

Ministry of Education and Research of the Republic of Moldova
"Ion Creangă" State Pedagogical University of Chisinau
Institute for Development and Social Initiatives (IDSI) "Viitorul"



MINISTERUL
EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII

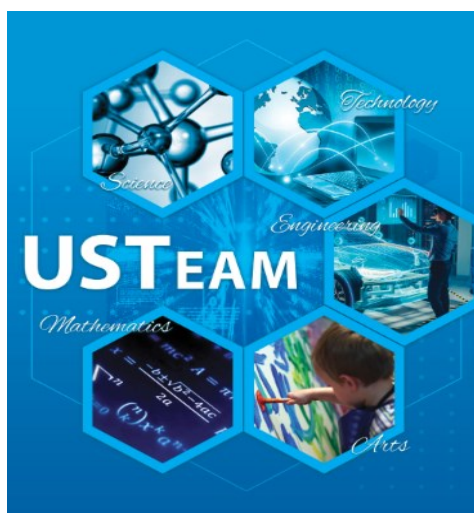


UNIVERSITATEA
PEDAGOGICĂ DE STAT
ION CREANGĂ
DIN CHIȘINĂU



PROCEEDINGS
of The Fourth International Scientific Conference
„INTER /TRANSDISCIPLINARY APPROACHES
IN THE TEACHING OF THE REAL SCIENCES,
(STEAM CONCEPT) ”

Dedicated to the memory of University Professor Andrei Hariton



MATERIALELE
Conferinței Științifice Internaționale
„ABORDĂRI INTER/TRANSDISCIPLINARE
ÎN PREDAREA ȘTIINȚELOR REALE,
(CONCEPT STEAM)”, ediția a patra
Dedicată memoriei Profesorului Universitar Andrei Hariton

Chisinau, Republic of Moldova
November 01 – 02, 2024

CZU: 37.016(082)=135.1=111=161.1

M 47

The Scientific Committee / Comitetul științific:

Liubomir CHIRIAC, president, habilitated doctor, full professor, ICSPU, <https://orcid.org/0000-0002-5786-5828>
Eduard COROPCEANU, PhD, full professor, ICSPU, <https://orcid.org/0000-0003-1073-828X>
Anton FICAI, PhD, full professor, University POLITEHNICA of Bucharest, Romania, <https://orcid.org/0000-0002-1777-0525>
Radu CONSTANTINESCU, PhD, full professor, University of Craiova, Romania, <https://orcid.org/0000-0002-4841-5606>
Norbert PIKULA, habilitated doctor, full professor, Pedagogical University of Krakow, Poland, <https://orcid.org/0000-0003-1460-3016>
Cristian VOICA, PhD, full professor, University of Bucharest, Romania, <https://orcid.org/0000-0001-9455-4909>
Naela COSTICA, PhD, full professor, „A.I. CUZA” University of Iasi, Romania, <https://orcid.org/0009-0003-8173-6502>
Andrey DAVIDENCO, habilitated doctor, full professor, University of Chernigov, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0003-1542-8475>
Vasile EFROS, PhD, full professor, „Ștefan cel Mare” University of Suceava, Romania, <https://orcid.org/0009-0006-7674-5158>
Victor GUZUN, professor, Technological University of Tallinn, Estonia, <https://orcid.org/0009-0004-3116-5008>
Ilie LUPU, habilitated doctor, full professor, ICSPU, <https://orcid.org/0000-0003-1375-3071>
Anatol GREMALSCHI, habilitated doctor, full professor, ICSPU, <https://orcid.org/0000-0001-5295-4613>
Inga ȚIȚCHIEV, PhD, associate professor, director of IML, <https://orcid.org/0000-0002-0819-0414>
Svetlana COJOCARU, habilitated doctor, full professor, correspondent member, vice president of ASM, <https://orcid.org/0009-0003-1025-5306>
Krasimir MANEV, PhD, full professor, New Bulgarian University, Sofia, Bulgaria, <https://orcid.org/0000-0002-3318-354X>
Constantin GAINDRIC, habilitated doctor, full professor, correspondent member of ASM, <https://orcid.org/0009-0003-2893-9626>

The Organizing committee / Comitetul organizatoric:

Angela GLOBALA, president, PhD, associate professor, vice rector ICSPU
Ekaterina MYCHAILOVA, PhD, Sofia, Bulgaria
Biserka YOVCHEVA, PhD, associate professor, Konstantin Preslavsky University of Shumen, Bulgaria
Margarita NIJEGORODOVA, PhD, associate professor, State University of Vyatka, Russia
Vasile EFROS, PhD, full professor, „Ștefan cel Mare” University of Suceava, Romania
Andrei BRAICOV, PhD, associate professor, dean, Faculty of Physics, Mathematics and Informational Technologies, ICSPU
Nicolae ALUCHI, PhD, associate professor, dean, Faculty of Biology and Chemistry, ICSPU
Ion MIRONOV, associate professor, dean, Faculty of Geography, ICSPU
Dumitru COZMA, habilitated doctor, full professor, head of the Mathematical Analysis and Differential Equations Department, ICSPU
Dorin AFANAS, PhD, associate professor, head of the Algebra, Geometry and Topology Department, ICSPU
Igor POSTOLACHI, PhD, associate professor, head of the Theoretical and Experimental Physics Department, ICSPU
Sofia GRIGORCEA, PhD, associate professor, head of the Vegetal Biology Department, ICSPU
Lucia CĂPĂȚÎNĂ, PhD, university lecturer, Department of Human, Regional and Tourism Geography, ICSPU
Eugenia CHIRIAC, PhD, associate professor, ICSPU
Viorel BOCANCEA, PhD, associate professor, ICSPU
Maria PAVEL, PhD, associate professor, ICSPU
Dorin PAVEL, PhD, associate professor, ICSPU
Larisa SALI, PhD, associate professor, ICSPU
Tatiana VEVERIȚA, PhD, associate professor, ICSPU
Natalia LUPAȘCO PhD, associate professor, ICSPU
Natalia JOSU, PhD, associate professor, ICSPU
Teodora VASCAN, PhD, associate professor, ICSPU
Ala GASNAȘ, PhD, associate professor, ICSPU

**Recommended for publication
by the Council of the Faculty of Physics, Mathematics and Information Technologies, ICSPU**

**RESPONSIBILITY FOR THE CONTENT OF PUBLISHED MATERIALS
BELONGS EXCLUSIVELY TO THE AUTHORS**

DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAȚIONALE A CĂRȚII DIN REPUBLICA MOLDOVA

Materialele Conferinței Științifice Internaționale "Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale, (concept STEAM)", ediția a 4-a = Proceedings of The Fourth International Scientific Conference "Inter/transdisciplinary approaches in the teaching of the real sciences, (STEAM concept)", Chisinau, November 1-2, 2024 / scientific committee: Liubomir Chiriac (president) [et al.]. – [Chișinău] : IDIS "Viitorul", [2024]. – 552 p. : fig., tab.

Cerințe de sistem: PDF Reader.

Antetit.: Ministry of Education and Research of the Republic of Moldova, "Ion Creangă" State Pedagogical University of Chisinau, Institute for Development and Social Initiatives (IDSI) "Viitorul". – Texte : lb. rom., engl., rusă. – Rez.: lb. rom., engl., rusă. – Referințe bibliogr. la sfârșitul art.

ISBN 978-5-86654-132-4 (PDF).

37.016(082)=135.1=111=161.1

M 47

TABLE OF CONTENT

PREFACE

PREFAȚĂ	8
----------------------	----------

MEMORIES

MEMORII	11
----------------------	-----------

CALMUȚCHI Lidia. În amintirea fratelui care a fost pentru mine mai mult decât un frate.....	11
--	----

МЕЛЬНИЧУК Нина. Всегда надо быть дипломатом	14
--	----

ВЕЛИКОВА Татьяна. Воспоминания о научном руководителе Харитон Андрее Захаровиче	16
--	----

КОВРИКОВА Раиса. Андрей Харитон – наставник и профессионал.....	19
--	----

COMUNICATION IN PLENARY SESSION

COMUNICĂRI ÎN SEȘIUNEA PLENARĂ	21
---	-----------

ACHIRI Ion. Educația STEM: oportunități și perspective.....	22
--	----

CABAC Valeriu. Practica dezvoltării și evaluării competențelor în educația STEM.....	28
---	----

CALMUȚCHI Laurențiu. Despre activitatea științifică a primului profesor din Moldova în domeniul didacticii matematicii.....	49
--	----

DAVIDENKO Andrey. STEM: expects and results.....	58
---	----

DUNAI Larisa, SEGUI VERDÚ Isabel. Project-based learning integrated STEAM to increase students learning	65
--	----

TERENTI Mihail. Augmenting the user experience of touch input with vibrotactile feedback	70
---	----

SECTION I. Inter / transdisciplinary approaches in the study of mathematics (STEAM concept)

SECȚIA I. Abordări inter/transdisciplinare în studierea matematicii (concept STEAM)	71
--	-----------

AFANAS Dorin, BRIGALDA Arina. Modeling of broken lines through drones	72
--	----

BORDAN Valeriu, HAJDEU Mihaela. Despre unele metode de rezolvare a problemelor cu conținut economic	84
--	----

COJOCARU Ana. Probleme amuzante pentru toți.....	88
---	----

COJOCARU John. Probleme non standard. Metoda excluderii sau a selectării variantelor posibile și imposibile.....	92
---	----

COJOCARU Natalia. Organizarea bibliotecilor – o neestimată moștenire	100
COZMA Dumitru. Metodologia cercetării funcțiilor definite parametric.....	104
DIACONU Mihaela Ionica. Metrologia și sistemul de măsuri la mesopotamieni	110
FEȚANU Elisa Ioana. Înțelegerea și fixarea noțiunilor matematice prin intermediul proiectelor inter/transdisciplinare.....	117
GAVRILĂ Simona. Abordări interdisciplinare în predarea matematicii prin metodologia STEAM cu aplicabilitate în liceul tehnologic.....	121
GHERMAN Gabriela. Școala în Mesopotamia	126
GHIMP Valentina. Matematica în cotidian	135
GRĂCHILĂ Cristina-Cătălina. Aplicarea rapoartelor și proporțiilor în rezolvarea practică a problemelor.....	138
MAFTEA Serghei, MAFTEA Alexandra. Integrarea matematicii și biologiei în curriculumul școlar pentru învățământul secundar: o abordare interdisciplinară.....	141
MARCHITAN Gabriela-Daniela. Evoluția matematicii mesopotamiene în context istoric.....	149
MĂCIUCĂ Mirela. Astronomia la mesopotamieni	154
NEAGU Natalia. Modelarea unor probleme de probabilitate în Maple	159
RAHIMOV Svetlana. Teoria probabilităților în manualele profesorului Andrei Hariton.....	164
REPEȘCO Vadim. Utilizarea formulelor matematice din filme ca metodă de învățare activă	168
SALI Larisa, TELEUCA Marcel. Strategii de dezvoltare a reprezentărilor spațiale prin explorarea contextelor semnificative	173
SEMENDEAEV Angela. Activități STEAM pentru dezvoltarea competențelor digitale și matematice la elevi.....	176
TATARU Ionel. Realizări în domeniul matematicii mesopotamiene: algebra	185
TICU Luminița. Realizări în domeniul matematicii mesopotamiene. Aritmetica și geometria mesopotamiană.....	192
VIOREANU Marius-Marin. Calendarul la mesopotamieni	198
ZAHARIA Rică. Meșteșugăritul și artizanatul, comerțul în Sumer	204
КОВРИКОВА Раиса. Решение задач стереометрии методом координат	212
НИКОЛАУ Лидия. Теоретические основы обучения математике младших школьников как средство повышения качества математического образования	217
ТКАЧУК Алла, УШНУРЦЕВА Нина. Формирование профессиональной компетентности будущих учителей начальных классов средствами педагогической практики.....	224
ТОМИЛИНА Лилиана. Развитие творческих способностей младших школьников в условиях современной начальной школы	233

SECTION II. Studying informatics and information technologies from the STEAM perspective

SECȚIA II. Studiarea informaticii și tehnologiilor informaționale din perspectiva STEAM.....240

AFANAS Dorin, DADU Gheorghe, TIMERCAN Tudor, BODEANCIUC Vadim. Crearea primului program la calculator a circuitului electric interactiv prin intermediul instrumentului Arduino	241
AXENTI Ilie, CERBU Olga. Criptografia vizuală	249
BOGDANOVA Violeta, FILATOVA Tetiana. Din experiența de construire a graficelor de funcții în pachetul Scilab dintr-o perspectivă STEAM	254
BOSTAN Marina. Utilizarea platformelor de învățare online în implementarea proiectelor STEAM	258
BOTNAREVSCHI Nicolae, CERBU Olga. Securizarea proprietății intelectuale cu Blockchain: o nouă paradigmă în gestionarea drepturilor de autor	264
BRAICOV Andrei, VEVERIȚA Tatiana. Rolul facultăților STEM în specializarea inteligentă la nivel național	271
CERBU Olga, CHISTOL Elena. Utilizarea expresiilor regulate în limbajele de programare C++, JavaScript și JAVA în cadrul orelor de informatică.....	276
CERBU Olga, MAFTEA Iuliana. Utilizarea expresiilor lambda în limbajul de programare JAVA	280
CHIRIAC Liubomir, PAVEL Maria, VEVERIȚA Tatiana. Opinia și motivația elevilor în procesul de studiere a matematicii din perspectiva STEAM	284
EFROS Victoria, CHIRIAC Tatiana. Auxiliarul digital de matematică: un instrument inovativ în formarea competențelor matematice în învățământul primar	291
GASNAȘ Ala, GLOBA Angela. Integrarea inteligenței artificiale generative în proiectele STEAM	297
GOLOVCO Stela. Detection of genomic alterations in human pancreatic ductal adenocarcinoma using bioinformatics approaches	308
MIHĂLACHE Lilia, JOSU Natalia. Abordări inovative în educația STEAM pentru promovarea și cultivarea identității localității natale	314
PAVEL Maria, PAVEL Dorin. STEAM și Computer Vision.....	320
VASCAN Teodora. Rolul competențelor digitale în educația STEAM.....	328
ВЕЛИКОВА Татьяна. Современные инструменты для педагога в контексте STEAM	337
КОЖУХАРОВА Татьяна, ФЕДОТОВА Анастасия. О важном при изучении раздела: «окружности и систем окружности в планиметрии»	342

РУСНАК Елена. Этапы разработки дидактического проекта по теме «Решение нелинейных уравнений методом дихотомии»	345
ШЕСТАКОВА Татьяна, ШЕЛЕСТЯН Анастасия, НАРТЯ Никита. Методы обучения искусственного интеллекта (генеративные модели)	354

SECTION III. Implementation of inter /transdisciplinarity in the teaching-learning process of physics and technical sciences (STEAM concept)

SECȚIA III. Implementarea inter/transdisciplinarității în procesul de predare-învățare a fizicii și științelor tehnice (concept STEAM)

ARMAȘ Alina. Evitarea accidentelor rutiere prin analiza factorilor externi și interni ..	362
BALMUȘ Nicolae, CHIRIAC Tatiana, CHIRIAC Iliana. Modelarea matematică și simularea asistată de calculator a oscilațiilor pendulului Foucault	367
BALMUȘ Olga. Tehnologii emergente în educația STEAM - o punte între teorie și practică în învățarea științelor.....	376
BOCANEA Viorel. Proiectarea cursului integrat „Educația STEM”	382
GUȚULEAC Leonid, CEBANU Ina. Metode de rezolvare a circuitelor ramificate de curent continuu	387
GUȚULEAC Leonid, ECHIM Zinaida. Studiarea radioactivității prin rezolvarea problemelor	392
GUȚULEAC Leonid, ȘERBAN Ana. Câmpurile electrostatice ale sistemelor de sarcini electrice repartizate simetric	397
PETRUȘCA Andrei, PETRUȘCA Elena, POSTOLACHI Igor. Unele aspecte ale implementării transdisciplinarității la fizică în clasa 8-a	402
POPA Mihail. Aplicarea metodei grafice la rezolvarea unor probleme din compartimentul <i>Mecanica</i>	407
POSTOLACHI Igor, POSTOLACHI Valentina, BALMUȘ Nicolae. Aspecte ale corelării curriculare fizică-informatică	414
POSTOLACHI Igor. Astrofizicianul Nicolae Donici	420
SAS Dorin, POSTOLACHI Valentina. Utilizarea platformei Pasco în predarea fizicii.....	427
ȘCHIOPU Lucia. Rolul transdisciplinarității în dezvoltarea cognitivă a elevilor	434
TIMUȘ Olga. Programarea vizuală în modelarea matematică a proceselor electromagnetice: incursiuni didactice STEAM	443

SECTION IV. Integration of STEAM in the process of studying biology, chemistry and geography

SECȚIA IV. Integrarea STEAM în procesul de studiere a biologiei, chimiei și geografiei.....449

CALISTRU Victoria, BELOUS Victoria, OBADĂ Alexandru. Integrarea tehnologiilor digitale în educația STEAM: experiențe și bune practici din cadrul „Clasei Viitorului”	450
CĂPĂȚÎNĂ Lucia, SOCHIRCĂ Elena, DILAN Vitalie. Potențialul turistic gastronomic valorificat prin proiecte STEAM – exemple de bune practici	455
CAZACIOC Nadejda, COROPCEANU Eduard. Dezvoltarea competențelor profesionale ale studenților prin proiecte STEAM – o abordare interdisciplinară pentru viitor	464
CHIRIAC Eugenia, GRIGORCEA Sofia, NEDBALIUC Boris, ALUCHI Nicolai, ȚIGANAȘ Odetta. Conceptul STEAM din perspectiva educației ecologice	472
COVALI Sergiu. Oportunitățile dezvoltării turismului rural în Republica Moldova	479
DAVIDENKO Pavel. Creation of an automated system for microgreen growing	484
GRIGORCEA Sofia, CHIRIAC Eugenia, NEDBALIUC Boris, ȚIGANAȘ Odetta. Rolul proiectelor STE(A)M în dezvoltarea competențelor de cercetare la elevi/studenti prin prisma studierii lichenilor	488
LOZINSCHII Mariana, BRÎNZĂ Lilia, COROPCEANU Eduard. Dezvoltarea competențelor de investigare la elevi prin intermediul inter- și transdisciplinarității la orele de biologie	498
MANICĂ Vasile. Implementare ecosistemului educațional <i>SmartLab</i> la disciplina <i>Religia</i> în clasa a V-a	506
MIROVSKI Vladimir. Promovarea tehnologiilor sustenabile în mediul de afaceri	512
MOROZ Ivan. The contribution of tourism to the socio-economic re-launch of the lower Nistru river basin.....	516
PLACINTA Daniela. Tehnologiile informaționale și comunicaționale (TIC), elemente inter și transdisciplinare în predarea biologiei	520
ȘEREMET Ileana Simona, FRANȚUZAN Liudmila. Premise analitice privind conceptele STEM/STEAM/STREAM.....	524
ȚIGANAȘ Odetta, GRECU Elena, CHIRIAC Eugenia, GRIGORCEA Sofia. Proiectarea didactică a unității de învățare la disciplina Biologie din perspectiva inter- și transdisciplinarității	535
VLAS Norinela, OSTAPOVICI Elena. Asigurarea cu substanțe organice și azot a solului în diverse sisteme ecologice.....	548

PREFAȚĂ

Pentru a asigura creșterea economică durabilă națiunile dezvoltate investesc considerabil în educație și în inovare. Creșterea economică bazată pe inovare are drept scop dezvoltarea țării și crearea de noi locuri de muncă cu valoarea suplimentară. Din perspectiva faptului că inovația în economia reală mizează în mare măsură pe disciplinele care țin de științe, tehnologie, inginerie și matematică (STEM), locurile de muncă noi create solicită tot mai multe cunoștințe și competențe din perspectiva STEM. Astfel, educația STEM stimulează cultivarea cunoștințelor și competențelor interdisciplinare, contribuind astfel la dezvoltarea unei generații cu aspirații inovatoare.

Educația STEM se deosebește de educația tradițională prin faptul că învățarea STEM este interdisciplinară și aplică metode științifice mixte la rezolvarea problemelor din viața reală, mizând pe gândirea critică. Comparativ cu desfășurarea lecțiilor clasice, unde profesorul predă iar elevii ascultă, STEM presupune aplicarea metodelor active, aplicative și constructiviste, în care elevii ”învață prin implicare directă”. În acest sens elevii: studiază, se documentează, observă, lansează idei, adresează întrebări, experimentează, descoperă, formulează concluzii și discută.

Conferința Internațională „*Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale, (concept STEAM)*”, ediția IV, organizată de Universitatea Pedagogică de Stat ”Ion Creangă”, Institutul pentru Dezvoltare și Inițiative Sociale ”Viitorul” în cadrul Facultății de Fizică, Matematică și Tehnologii Informaționale, dedicată comemorării și omagierii dlui Andrei Hariton, doctor, profesor universitar, unul din fondatorul școlii științifice în domeniul teoriei și metodologiei instruirii, are drept scop examinarea abordării conceptului STEM din perspective multiple.

În opinia noastră, educația STEM presupune ca profesorii să aibă abilități nu numai în procesul de acumulare de cunoștințe dar și în efectuarea schimbului activ de cunoștințe și transmiterea de cunoștințe între profesorii disciplinelor STEM. Astfel, modelul de educație STEM creează o platformă unică privind implementarea eficientă a inter/transdisciplinartății și a consolidării relațiilor lucrative dintre profesori-elevi, elevi-elevi.

În educația STEM, matematica joacă un rol central. Este necesar de subliniat că în acest context, profesorul universitar Andrei Hariton, unul din cei apreciați specialiști în didactica matematicii, în articolul „*UNELE ACCENTE CE ȚIN DE ÎNVĂȚĂMÂNTUL PREUNIVERSITAR LA MATEMATICĂ ÎN REPUBLICA MOLDOVA*”, *Probleme actuale ale didacticii științelor reale, Ediția a II-a Vol.1, 2018, Conferința „Probleme actuale ale didacticii științelor reale, Chișinău, Moldova, 11-12 mai 2018, pag.82-85,* menționa pe bună dreptate: „*Disciplina curriculară matematica din învățământul*

preuniversitar a fost, este și rămâne disciplina principală în formarea către viață a tinerii generații. Astfel, scoatem în evidență următoarele tendințe:

- Calitatea însușirii matematicii de către absolvenții liceelor din Republica Moldova în ultimii ani este în scădere.
- Numărul claselor liceale cu profil real este în scădere. (Despre acest fenomen ne comunică și revista „Făclia”. Vezi una din ultimele numere: 23.02.2018, cel mai mare liceu din raionul Cimișlia, din centrul raional ce numără 705 elevi, a rămas fără profil real).
- A scăzut considerabil numărul absolvenților liceelor doritori de a-și continua studiile la specialitatea profesor de matematică.
- La facultate vin absolvenții mai slab pregătiți la matematică. Dar cei puțini veniți la facultate dacă și acceptă activitatea pedagogică în majoritatea lor rămân să activeze în liceele din Chișinău.
- Situația creată în Republica Moldova privitor la învățământul matematic preuniversitar, pregătirea cadrelor didactice respective este alarmantă și va influența negativ viitorul societății.
- Pentru soluționarea problemei expuse este necesar un complex serios, la nivel de stat, de măsuri urgente. Și totuși, nu putem trece cu vederea două din aceste măsuri:
 - a) Majorarea, cel puțin la nivel de salariu mediu pe republică, salariul profesorilor;
 - b) Participarea cointereseată a administrației locale în pregătirea la comandă a profesorilor de matematică.”

Afirmațiile menționate mai sus de către dl Andrei Hariton rămân valabile și în prezent.

Domeniile principale de cercetare științifico-didactică a profesorului Andrei Hariton, țin de următoarele direcții: dezvoltarea conceptului logico-multime în predarea-învățarea-evaluarea matematicii preuniversitare; aplicarea conceptului de studiere programată la matematică pentru învățământul preuniversitar și evoluția acestuia în legătură cu dezvoltarea informaticii și aplicarea ei în învățarea matematicii; dezvoltarea gândirii logice la elevi în procesul de rezolvare prin diverse metode a uneia și aceleiași probleme; examinarea condiției necesară, condiției suficientă, condiției necesară și suficientă și metodologia studierii lor în cursul preuniversitar de matematică; metodologia studierii elementelor de economie în cursul preuniversitar de matematică; examinarea elementelor de teoria probabilităților și statistică matematică în cursul preuniversitar de matematică.

Ținem să punctăm faptul că dl Andrei Hariton, în toate lucrările sale a abordat inovativ și original problemele de cercetare, inclusiv insista ca tratarea lor să fie efectuată

din mai multe perspective. În acest sens, o atenție specială acorda modului logic de expunere a soluțiilor problemelor examinate, clarificarea neclarităților și ambiguităților existente, abordărilor didactice și eficiența diverselor rezolvări.

În acest sens putem afirma cu încredere că Profesorul universitar Andrei Hariton, prin activitatea sa multilaterală, a contribuind semnificativ la dezvoltarea DIDACTICII MATEMATICII și în ultima instanță a GÂNDIRII MATEMATICII din perspectiva conceptului STEM. Totodată, în calitate de șef de catedră, decan, prorector, rector al Universității de Stat din Tiraspol a contribuit considerabil la organizarea procesului de studiere a disciplinelor STEM, inclusiv a matematicii din Republica Moldova.

Luând în considerare cele menționate mai sus echipa facultății de Fizică, Matematică și Tehnologii Internaționale (FMTI) este încrezătoare că prin intermediul Conferinței respective, cât și prin multe alte activități orientate spre dezvoltarea Educației STEM aduce o contribuție semnificativă la europenizarea sistemului educațional în Republica Moldova. Tot în acest context vrem să credem că toate publicațiile din acest volum pot servi surse de inspirație și documentare pentru toți acei interesați de implementarea conceptului STEAM în modernizarea sistemului educațional.

Facultatea de Fizică, Matematică și Tehnologii Internaționale a fost constituită în anul 1930, și este prima facultate din sistemul de învățământ superior din țară. În urma războiului transnistrean din 1992 a fost izgonită de forțele separatiste din orașul Tiraspol și evacuată în Chișinău, unde continue să activeze până în prezent.

Liubomir CHIRIAC

Dr. habilitat, prof. universitar,
Președintele Comitetului Științific

Maria PAVEL

dr. conf. universitar,
Comitetul de organizare

Culegerea de materiale a fost realizată în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale din perspectiva conceptului STEAM și Inteligenței Artificiale”, codul 040101, din cadrul Programului instituțional de cercetare (2024-2027), aprobat prin Ordin MEC nr. 102 din 01.02.2024

ÎN AMINTIREA FRATELUI CARE A FOST PENTRU MINE MAI MULT DECÂT UN FRATE

Lidia CALMUTCHI, doctor în pedagogie, conferențiar universitar

<https://orcid.org/0000-0002-9879-4536>

În aceste rânduri îmi exprim emoțiile, dorul pe care îl port în suflet față de răposatul Andrei Hariton, unicul și cel mai scump, frate care a fost mai mult decât un frate, care a plecat de lângă mine provocând un gol imens în inima mea. Nu există cuvinte de alinare care să facă ca durerea și tristețea să dispară. Cu toate că durerea este enorm de mare, a plecat dar chipul frățiorului a rămas parcă gravat în sufletul meu.

Faptul că fratele meu Andrei Hariton s-a născut la 23 februarie, adică cu trei zile mai târziu, dar cu 18 ani mai devreme decât mine, este o mare bucurie și mândrie pe care o port în suflet mereu, necăutând la faptul că noi am avut copilării diferite.

Cu regret, meleagul nostru moldav s-a aflat la intersecția tuturor dramelor sociale ale secolului trecut, a trecut prin război, foamete, deportări. Nu a fost deloc ușor ca un copil dintr-o familie simplă, lipsită de multe bunuri, atât sociale cât și materiale, să-și poată realiza visurile. Și totuși, grație părinților Zaharia și Elena, educației și susținerii materiale, răbdării, caracterului ferm, dar poate și harul dumnezeiesc cu care a fost înzestrat, prin elanul de muncă cotidiană a atins performanțe.

Despre anii de copilărie și anii de școală ne spunea că au fost asemănători cu ai tuturor celor născuți în Basarabia în acea perioadă. Cu o deosebită plăcere îmi povestea cât de harnic era copil mic de 5-6 ani. Dimineața, pe întuneric, pleca cu părinții în camp, avea misiunea să le aducă apă rece de băut de la izvorul din apropiere, iar câte odată, era lăsat acasă să aibă grijă de pușori. Prea puțin timp îi rămânea pentru joacă, tot timpul era inclus în activitate.

Mai greu au decurs anii de școală, despre ei ne vorbea mai puțin și cu multă tristețe pe care o citeam în ochii lui. Primii ani de școală s-au desfășurat în perioada „eliberărilor” sovietice, pe timpul celui de-al doilea război mondial și s-au finisat în toiul foametei groaznice din 1947. Anii de școală au fost umbriți și de lipsa tatălui care încă mai continua să slujească în armata sovietică.

Cu lacrimi în ochi își aducea aminte de refugierea din anul 1941 spre Orhei, la aproximativ 30 km de linia frontului și tocmai la sfârșitul verii 1941 s-au întors din evacuare, găsind gospodăria distrusă de bombele căzute în ogradă. Cu mare frică se ascundea prin beciuri la orice împușcătură și așteptau cu nerăbdare sfârșitul războiului. Încetul cu încetul restabileau gospodăria, muncind foarte mult împreună cu părinții.

Însă cu construirea hidrocentralei de la Dubăsari apare o nouă povară materială. În urma inundațiilor provocate de apele Nistrului a apărut necesitatea de a construi o nouă

casă. Cu deosebită atenție și grijă a ajutat material la construirea acestei case, deoarece părinții erau deja în vârstă.

Cu mare plăcere îmi povestea cum era cel mai în vârstă elev din clasa V-a, avea 15 ani și în plus era cel mai înalt, când l-a cucerit gândul de a abandona școala și a pleca la muncă. Atunci tatăl i-a zis că nu-l impune să învețe, dacă dorește să lucreze. Acest răspuns l-a indignat foarte mult și la pus pe gânduri. În curând, a apărut propunerea de a fi promovat din clasa V-a în clasa VII-a. Cu toate că nu a fost ușor, dar în anul 1949 a absolvit cu mențiune școala de 7 clase din Lalova. Singurul ajutor în depășirea acestei situații a fost deprinderea de a munci, obținută din familie, exemplul părinților prin felul de a judeca logic, prin felul de a îl îndruma în viață, a fost la cel mai înalt nivel pedagogic.

Perioada de studii 1949-1953 la Școala Pedagogică din Orhei este piatra de temelie în formarea profesională. Nu ne venea a crede, când ne povestea, că chiar de la primele lecții s-a făcut impresia că este printre cei mai slabi studenți, situație cu care nu era deprins. Despre aceasta au aflat părinții, iar tatăl meu iar fi zis: dacă vrei să părăsești școala pedagogică o poți face, de lucru acasă este. Și iarăși a rămas surprins de talentul pedagogic al părinților. Prin munca depusă, la finele anului a reușit să devină cel mai bun student din școala pedagogică.

Cu mare respect și recunoștință ne povestea cum aproape în fiecare săptămână tatăl îi aducea de-ale gurii, parcurgând naveta Lalova-Orhei și Orhei-Lalova, deoarece nu circula nici un transport, această distanță era parcursă pe jos.

La absolvirea Școlii Pedagogice cu mențiune a avut mai multe posibilități de angajare la lucru, printre care se afla Școala de Securitate din Leningrad, fără examene de admitere, la insistența organelor serviciilor secrete din Orhei, să continue studiile la Universitatea Lomonosov din Moscova fără susținerea examenelor de admitere. Alegerea însă a fost în folosul activității pe tărâmul pedagogic. În această perioadă de timp în Moldova se simte o lipsă acută de cadre pedagogice și el se îndepărtează de casă, începându-și cariera de profesor de matematică fiind numit totodată vicedirector la școala de 7 ani din s. Obileni, r. Cărpineni (acum Hâncești). În curând se înmatriculează la Facultatea de Fizică și Matematică a Institutului „Ion Creangă” din Chișinău, devenind, în scurt timp, unul din cei mai buni studenți ai facultății, iar după absolvire continuă studiile la doctorantură în or. Moscova.

După absolvirea școlii pedagogice o ia în căsătorie pe colega de grupă, Feodora Balaban, cu care au fost alături la bine și la greu: o femeie de o onestitate deosebită, gospodină exemplară, mamă, bunică și străbunică minunată, soție iubitoare, grijulie și săritoare la nevoie.

Când împlinisem numai vârsta de trei anișori, cuplul Andrei Hariton și Feodora Balaban îmi oferă posibilitatea și, în același timp, responsabilitatea, de a deveni mătușă, lucrul repetat din trei în trei ani, dăruindu-mi nepoțelele Nina, Maria și Raia.

Anume acum încep să înțeleg ce înseamnă a avea un frate cu mult mai în vârstă, un frate care devine mai mult decât frate.

În toată această perioadă de timp este așteptat cu nerăbdare în casa părintească situată numai la câțiva pași de râul Nistru, în care locuia, pe timpul studiilor sale, întreaga familie.

Făcând un simplu exercițiu de memorie, îmi amintesc cu drag de clipele fericite petrecute împreună și regret că au fost atât de puține, dar cu atât mai valoroase.

Fratele Andrei Hariton a fost o mândrie adevărată pentru părinții Zaharia și Elena Hariton. Fiind primul în toate cele, în special la învățătură, consătenii îl numeau Andrei „otlicinicul” spre al deosebi de alții.

Mi se umple inima de bucurie de fiecare dată când îmi amintesc de iscusința lui de a prinde pește împreună cu colegii, și aici îi aparținea întâietatea. De atunci, nici nu am mai văzut așa frumos șalău.

Nu pot uita și nici odată nu o să uit de susținerea morală și materială acordată în timpul studiilor la facultate, momente când frățiorul meu a dat dovadă că este pentru mine mai mult decât un frate.

Recunosc cu ușurință, că a trecut prin acele timpuri grele, zbuciumate, de rând cu toată lumea și nu numai. Pierderea celui drag este ceva cu care ne confruntăm cu toții. Vestea decesului neașteptat a fiicei Maria, la numai 53 de ani, ne-a îndurerat întreaga familie, a plecat prea devreme, lăsând în urmă numai tristețe și durere în sufletul fratelui Andrei și nu numai. În anul 2019 soarele vieții a apus pentru ființa iubită, atât de dragă nouă, soția fratelui - Feodora, cu care au fost împreună peste 65 de ani. Cuvintele nu pot transmite toată durerea și întristarea. Doamne, odihnește-le cu sfinții!

Cu toate că viața l-a pus uneori la grele încercări, ele i-au dat mai multe puteri de ale învinge. Îmi dau lacrimile de fericire pentru sinceritatea, corectitudinea, modestia și rafinamentul său. În el s-a îmbinat organic, trăsăturile omului de știință, fratelui, soțului, tatălui, bunicului și străbunicului.

La 28 aprilie, în al 92-lea an, inima bună a fratelui, Andrei a încetat să mai bată, un suflet mare s-a ridicat la cer, lăsând în urmă o nemărginită durere și un gol imens în sufletele tuturor celor care îl cunoșteau. A plecat un exemplu de Om, dar rămâne o stea călăuzitoare pentru toți cei care ne amintim de el, îl iubim și îl onorăm.

Mai devreme sau mai târziu persoanele dragi din viața noastră ne părăsesc, dar este important să înțelegem, că nu îi pierdem niciodată, cât timp îi păstrăm în inima noastră, alături de amintirile pe care le aveam împreună. Prezența lui, căldura vocii, mirosul parfumului, privirea lui blândă, specifică numai lui, ținută elegantă, toate acestea au dispărut, dar amintirea despre acest Om va fi pururea cât timp familia, prietenii și toți cei dragi lui îl vor comemora. Cu siguranță, atunci când treci la cele veșnice, nu dispari decât în momentul în care nimeni nu își mai aduce aminte de tine.

DUMNEZEU SĂ-L ODIHNEASCĂ ȘI S-ĂL AIBĂ ÎN PAZA SA!

ВСЕГДА НАДО БЫТЬ ДИПЛОМАТОМ**Нина МЕЛЬНИЧУК**, старшая дочь

Мои родители, рождённые оба в 1933 году, папа, Харитон Андрей Захарович, 23 февраля, мама Балабан Феодора Георгиевна, 23 сентября, познакомились в Оргееве. Это был 1949 год, и они поступили в Оргеевское педагогическое училище.

Время было трудное, голодное. Оба они были из бедных крестьянских семей. Худенькая белокурая девочка с огромными голубыми глазами привлекала внимание не только папы. Она задорно пела молдавские песни, хорошо танцевала, играла в городской волейбольной команде.

Папа учился очень хорошо, был секретарем комсомольской организации. К последнему курсу оба приняли решение на работу ехать вместе. Хотя мама получила предложение поступить в Кишинёвский институт искусств, она выбрала служение папе, семье. Всю свою жизнь она посвятила ему и трём дочерям. Любовь, что между ними была, встречается не часто! Все решения принимали вместе. И одно из самых важных было решение, что папа должен продолжать учебу. Он поступил в Кишинёвский педагогический институт имени И. Крянгэ, на физико-математический факультет. Учился на стационаре, учился отлично, а из стипендии помогал маме и дочке! Я родилась в августе 54-го, а в сентябре он приступил к учёбе. Со стипендии ещё помогал нам с мамой! А на выходные домой в село шёл пешком. Счастьем было, если попадалась попутка. Как и педучилище, ВУЗ окончил с отличием. Уже с двумя дочками поехал работать в педучилище в Сороках.

Ну, а в 1959, когда у меня было уже две младших сестры, его направили на работу в Тираспольский педагогический институт. Всегда, рассказывая об этом периоде жизни, папа с огромной благодарностью вспоминал тогдашнего ректора ТГПИ Козловского Мирослава Ивановича. Через пару лет преподавательской деятельности он предложил папе поехать на учёбу в аспирантуру. Мама всецело поддержала папу, и мы с ней стали жить ожиданием его приездов домой. Всегда встречали и провожали его на вокзале! Когда мы с мамой шли, её всегда принимали за старшую сестру. Вот так мы все и держались!

Помню, как сидели с ним за одним письменным столом – я за уроками, а он за своей диссертацией. Я уже была в шестом классе, когда он защитился. Какое же это было счастье! Ведь сейчас даже трудно представить, как трудно им было. Родители мало чем могли им помочь. У папы подрастала младшая сестричка, а в маминой семье было ещё семеро младших братьев и сестёр!

Всё своё свободное от работы в библиотеке время мама была с нами. Кормила, лечила, помогала с уроками. А папа, если не на работе, то работает дома

в кабинете. Папа работает! Это мы слышали постоянно. Но большой радостью были совместные прогулки на речку или в парк. Он шутил и смеялся, а в день зарплаты осыпал нас конфетами! В командировках все деньги тратил на нас, покупал одежду и обувь-мы же девочки! В выходной обязательно ходил на рынок. Это была его обязанность! Всегда приносил маме цветы. Как они смотрели друг на друга! Как он любовался ею, когда шли куда-то вместе. И последние её слова были о нём-как же он без неё! Встретившись практически детьми 16-ти лет в 1949 году, они прожили вместе до маминой смерти в 2019. И перед своим уходом она ему сказала- Я тебя люблю!

Мама привила нам любовь к чтению, приносила нам из библиотеки все новинки, дополнительную литературу по всем предметам. Об интернете мы тогда ещё не слышали. Правда компьютер они оба освоили, когда им было уже за 70.

Папа для меня был огромным авторитетом! Он был человеком, который мог мне всё объяснить. На любые жизненные ситуации у него были практические примеры. Он был очень общительный и с большим уважением относился к любому человеку, какую бы должность тот не занимал. Его можно было спросить обо всём. Почти все наши разговоры заканчивались словами-Нина! Всегда надо стараться быть дипломатом! Очень его беспокоил мой вспыльчивый характер.

Последние пять лет его жизни, когда мамы уже не было, я почти постоянно была с ним. За всю жизнь я не общалась с ним столько, как в эти пять лет. Мы вместе ходили с ним в поликлинику, в магазины и кафе, я находилась с ним в больницах, мы смотрели телевизор и слушали радио, и мы всё время говорили. Он рассказывал о своих друзьях, коллегах по работе и учёбе. Я узнавала его с другой стороны! Это был тонкий, ранимый человек. Он много страдал в своей жизни от того, что верил людям, помогал им, а его потом предавали. И было даже так, что те, кто его предал, просили потом им в чём-то помочь. И он помогал!

Только теперь я понимаю, как трудно ему было, имея семью, трёх дочерей, которых надо было одевать, учить, замуж выдавать, он сумел достичь звания профессора, создать своё имя в науке.

Ведь ему пришлось, будучи уже на пенсии, продолжить свою педагогическую и научную деятельность в новых, совсем непростых условиях. Он всегда много работал, особое внимание уделял аспирантам, принимал участие в международных конференциях. До последнего был активен, всем интересовался. Много общался по телефону и в фэйсбуке! Очень переживал за детей, внуков и правнуков. Успел порадоваться рождению восьмого правнука!

Все эти воспоминания со мной останутся навсегда. У меня был лучший в мире папа. Он сделал для нас даже больше, чем мог! Теперь я понимаю какое мне выпало счастье! Какие прекрасные были родители! И, когда я готова с кем-то повздорить, я слышу папин голос – Нина! Будь дипломатом!

ВОСПОМИНАНИЯ О НАУЧНОМ РУКОВОДИТЕЛЕ**ХАРИТОН АНДРЕЕ ЗАХАРОВИЧЕ**

Татьяна ВЕЛИКОВА, доктор, конф. унив.

<https://orcid.org/0000-0002-6817-6681>

Комратский Государственный Университет

Каждый из нас в жизни встречает много людей. В поисках себя, карьерного роста, мы поступаем в университет, учимся. Если человеку нравится наука и он это чувствует, он продолжает работать в данном направлении, поступает в докторантуру - нынешние докторские школы. Кто-то принимает решение поступить в докторантуру в 25 лет, как это было у меня, кто-то позже. Конечно, большая ответственность на докторанте, но ещё большая ответственность за молодого докторанта на руководителе, поскольку докторант ещё не успел самоутвердиться в научных кругах, у него ещё нет понимания, насколько это нелегко, он просто очень хочет достичь цели и действует через упорство и настойчивость.

2008 г.– год моего знакомства с Харитон Андреем Захаровичем в статусе научного руководителя, которого мне представили. Я училась с 2007 г. по 2008 г. в магистратуре на специальности Информатика в Тираспольском государственном университете (г. Кишинёв), но с Андреем Захаровичем не была знакома, он у меня не преподавал, поэтому сразу после зачисления в докторантуру необходимо было многое быстро понять и сделать, а именно, познакомиться с научным руководителем, прислушаться к советам Андрея Захаровича, которые могут быть полезными нынешним студентам докторских школ: приезжать раз в месяц к научному руководителю с результатами выполненной работы; изучать литературу по теме исследования; вести тетрадку – словарь ключевых терминов по теме диссертации и отдельную тетрадку с библиографическими источниками; изучать научные работы уже защищённых докторантов; работать с диссертациями, которые находятся в фонде Национальной библиотеки Молдовы и с зарубежными репозиториями, доступ к которым тоже был в электронном режиме, но позднее; писать научные статьи; собирать и анализировать информацию по теме исследования; работать над разработкой педагогической модели; проводить эксперимент; работать над изучением существующих методов математико-статистической обработки педагогических экспериментов; обращаться к специалистам – корректорам, редакторам по оформлению работы, даже если свободно говоришь на языке, на котором пишешь диссертационную работу.

У нас не было, к сожалению, ни одной совместной статьи, я это связываю с тем, что с годами Андрей Захарович больше работал над работами, связанными с

Дидактикой математики, нежели по Дидактике информатики. По вопросам совместных публикаций по Дидактике информатики я обращалась к моему научному консультанту, доктору, конф. унив. Брайкову А.В., с которым мы опубликовали несколько статей в период обучения в докторантуре и позже, что приветствовал и одобрял Андрей Захарович.

Во время обучения в докторантуре, дорога Комрат - Кишинёв была долгой, полной мыслей и раздумий. Были случаи, когда в дороге не было сил, хотелось спать, поскольку всю ночь работала, а до этого тоже работала, но перед встречами была особенная продуктивность, нужно было представить результат работы за месяц, бывали и такие встречи, когда мало что можно было показать, но Андрей Захарович не ругал, он всё понимал, и от этого становилось очень, очень стыдно за то, что проделал такую дорогу, не выполнив в полной мере всё, что обсуждалось. За день до встречи необходимым условием было позвонить, согласовать с Андреем Захаровичем время встречи. В ожидании встречи с Андреем Захаровичем мы знакомились с докторантами, с преподавателями кафедры, лаборантом кафедры, общались со студентами, которые были в коридоре в ожидании занятий, сдачи экзаменов.

Харитон Андрей Захарович внёс вклад в подготовку педагогических кадров, докторов наук для Комратского государственного университета. Под его руководством защитились: доктор, конф. унив. Великова Татьяна в 2013 году и доктор, конф. унив. Коврикова Раиса в 2014 году.



Харитон А.З. в качестве научного руководителя докторантки Великовой Т. выступает на публичной защите (фото из личного архива, 31 октября 2013 г.)



*Харитон А.З. на публичной защите докторантки Великовой Т.
(фото из личного архива, 31 октября 2013 г.)*

После защиты мы поддерживали связь, говорили о семье, о здоровье, о работе, поздравляли друг друга с праздниками, общались по Skype. Мы приглашали Андрея Захаровича к нам, в Комратский государственный университет на конференции, на юбилей университета, но Андрей Захарович так и не довелось побывать в Комратском государственном университете. Я помню, что я очень обрадовалась, когда увидела профиль Андрея Захаровича в Facebook, с ним была связь, я публиковала много информации на своей странице по работе и он мог наблюдать за моей активностью, я же читала его публикации на странице.

Андрей Захарович останется в моём сердце навсегда. Его научные труды, учебно-методические издания, школьные учебники, статьи в газетах, выпущенные книги – это то, через что мы сможем и через много, много лет открывать для себя всё, что не успели открыть при жизни. Андрей Захарович передавал своё видение жизни, делился опытом, обладал бесценными качествами такта, человеколюбия, умел душевно и профессионально обогатить другого человека.

АНДРЕЙ ХАРИТОН – НАСТАВНИК И ПРОФЕССИОНАЛ**Раиса КОВРИКОВА**, доктор, конф. унив.<https://orcid.org/0000-0002-8686-7726>

Комратский государственный университет

Человек с большой буквы, добрый порядочный, благородный, интеллигентный, высокопрофессиональный Перечислять качества Харитон А.З. можно бесконечно. Скажете, таких не бывает. Бывают, очень редко. Мне посчастливилось встретить в своей жизни такого человека.

О докторе педагогических наук, профессоре Харитон Андрее Захаровиче как о «мастере своего дела» я много слышала от бывших выпускников Тираспольского Университета им. Т.Г.Шевченко, теперь учителей математики.

Наша с ним научная деятельность объединилась в 2007 году. Годом ранее, будучи в гостях у друзей в г. Тирасполе, я познакомилась с внучкой Андрея Захаровича. Разговор зашёл о научной деятельности. Я рассказала о том, что нахожусь в поиске научного руководителя. Она мне посоветовала обратиться за помощью к Харитону Андрею Захаровичу, только лично, так как он не любит протекционизма, но ценит в людях трудолюбие и ответственность. Несмотря на совет, я тогда не решилась подойти к профессору.

И вот в 2007 году, придя на кафедру «Дидактика математики» Тираспольского государственного университета (г. Кишинёв), я встретила с Харитоном Андреем Захаровичем. С виду достаточно строгий, немногословный он долго расспрашивал о работе, о читаемых дисциплинах, о наиболее интересующих направлениях. Мы сразу же определились с выбором темы. Меня тогда поразила его высокая компетентность по многим направлениям: теория и методология обучения, педагогика, психология, точные науки, современная экономика, информатика и многое другое.

Хочется отметить с каким глубоким уважением Андрей Захарович относился к нам, докторантам, вселяя нам уверенность, что у нас все получится. Его талант заключался не только в знаниях, которыми он так щедро делился, но и в способности видеть уникальность в каждом из нас. Андрей Захарович умел поддерживать стремление к развитию, не подавляя нашу индивидуальность, а, наоборот, помогая раскрыться каждому в своем собственном темпе. Он никогда не ставил себя выше учеников или коллег — его сила заключалась в умении быть рядом, сопровождать и направлять, когда это было необходимо.

Узнав Андрея Захаровича ближе, я увидела, что ему нечужды такие высокие моральные качества как: справедливость и объективность в оценке студентов, докторантов, коллег; гуманность, чуткость, тактичность, честность по отношению ко всем окружающим его людям. Не только в плане деловой компетентности, но и в своих моральных качествах он являлся для меня и для многих других – образцом. Мастерству Андрея Захаровича может позавидовать каждый научный работник. Умением общаться с людьми, соединять слово и дело, он снискал к себе уважение близких, коллег, студентов, знакомых.

Не без гордости могу сказать, что мне повезло в том, что моим научным руководителем был Андрей Захарович Харитон – мыслитель, искатель, профессионал, патриот и просто очень хороший человек.

Андрей Захарович останется для меня примером того, каким может быть истинный наставник — человек, который не только ведет нас к вершинам знаний, но и помогает открыть в себе силу быть лучше, внимательнее, человечнее. Его память будет жить в каждом из нас, в тех идеях, которые он помог нам открыть, и в том уважении и вдохновении, которые он пробудил.

Communications in plenary session

Comunicări în sesiunea plenară

EDUCAȚIA STEM: OPORTUNITĂȚI ȘI PERSPECTIVE**Ion ACHIRI**, doctor în științe fizico-matematice, conferențiar universitar<https://orcid.org/0000-0002-8874-2329>

UPS „Ion Creangă”, CFCL

Rezumat. Articolul abordează problema implementării Educației ST(R)E(A)M în sistemul educațional. Sunt evidențiate avantajele, perspectivele și problemele privind soluționarea acestui deziderat. Sunt formulate idei referitoare la implementarea calitativă a Educației ST(R)E(A)M.

Cuvinte-cheie: educația ST(R)E(A)M, oportunități, perspective, competențe, impact, sistem educațional.

Abstract. The article addresses the issue of implementing ST(R)E(A)M Education in the educational system. The advantages, perspectives and problems regarding the solution of this desideratum are highlighted. Ideas are formulated regarding the qualitative implementation of ST(R)E(A)M Education.

Key-words: ST(R)E(A)M education, opportunities, perspectives, skills, impact, educational system.

Ca competențe fundamentale ale secolului XXI sunt determinate: **comunicarea, colaborarea, creativitatea și gândirea critică**. Formarea și dezvoltarea acestora reprezintă un obiectiv strategic pentru orice sistem educațional. Educația STEM/STEAM/STREAM va contribui eficient la atingerea acestui obiectiv. Obiectivul major al educației ST(R)E(A)M rezidă în majorarea interesului și motivației pentru studierea *matematicii, fizicii, chimiei și biologiei* în corelare cu studierea disciplinelor socio-umanistice.

Constatăm că, la etapa actuală, școala, nu doar din Republica Moldova, nu se isprăvește cu misiunea sa principală - *pregătirea absolventului pentru activitatea în viața reală*. Problema constă în faptul că *școala este monodisciplinară*, iar *viața este transdisciplinară*. Pentru a exclude această contradicție e necesar de implementat în sistemul educațional *paradigma transdisciplinară* în corelare cu *implementarea Educației ST(R)E(A)M*.

Dezvoltarea paradigmei **Educației STEM**, până la **Educația STEAM** și apoi la **Educația STREAM** [10], este una logică, deoarece componentele umanitare pot contribui activ la formarea și dezvoltarea competențelor în domeniul comunicării, cooperării, gândirii creative și critice etc. Odată cu utilizarea componentelor umanitare, învățarea va deveni mai transdisciplinară.

Fizicianul William D. Phillips, laureat al Premiului Nobel, a scris: „*Privind în urmă, văd că orele din școală care aveau ca scop dezvoltarea abilităților lingvistice au fost la fel de importante pentru dezvoltarea carierei mele științifice ca și Științele naturii și Matematica. Sunt sigur, că participarea mea personală la concursurile de dezbateri din liceu m-a ajutat să scriu mai târziu lucrări științifice mai bune, iar sesiunile de pregătire*

menite să dezvolte o cultură a scrisului m-au ajutat să scriu mai bune lucrări științifice și articole”.

(Nobel laureate and physicist William D. Phillips who says, “I enjoyed and profited from well-taught science and math classes, but in retrospect, I can see that the classes that emphasized language and writing skills were just as important for the development of my scientific career as were science and math. I certainly feel that my high school involvement in debating competitions helped me later to give better scientific talks, that the classes in writing style helped me to write better papers”) (Debroj, 2017, [4]).

Deci, cadrele didactice și specialiștii din domeniul educației ar trebui să țină cont de opinia acestui savant!

Menționăm, că **Educația ST(R)E(A)M** devine treptat o prioritate a educației în plan internațional [3,5,7,8,9,11] și național [2] nu doar pentru învățământul general, ci și pentru cel universitar. De exemplu, deja de câteva decenii, în Statele Unite anual se acordă Premiul prezidențial al SUA celor mai buni profesori STEM [6]. În unele țări **Educația ST(R)E(A)M** deja se implementează și în învățământul superior [8,9,11].

Astfel, în practica educațională, se evidențiază următorul specific al realizării Educației STEM/STEAM/STREAM:

1. Se studiază disciplina **Educația ST(R)E(A)M** – adică are loc realizarea orelor dedicate **Educației ST(R)E(A)M** incluse în orarul școlii/orarul universitar.
2. Se desfășoară **activități ST(R)E(A)M**, organizate de către profesor în cadrul lecțiilor la disciplina pe care o predă (Matematica, Fizica, Chimia, Biologia), adică are loc realizarea **Lecțiilor STEM**.
3. Se realizează **proiecte STEM/STEAM/STREAM** - proiecte transdisciplinare, realizate, de regulă în cadrul ariei curriculare Matematică și Științe, cu participarea cadrelor didactice, care predau discipline socioumanistice, Arte etc.

Evidențiem avantajele acestor tipuri de proiecte pentru **elevi/studenti**:

- răspunde cerințelor elevilor/studentilor cu abilități și stiluri de învățare diferite;
- determină creșterea prezenței elevilor/studentilor la ore, creșterea gradului de încredere în sine și îmbunătățirea atitudinii față de învățare;
- dezvoltă capacitățile de investigare și de sistematizare a informațiilor;
- facilitează lucrul în echipă și învățarea prin colaborare;
- elevii/studentii au oportunitatea de a se implica activ și de a face ceva practic;
- elevii/studentii învață făcând conexiuni cu lumea reală/profesia reală;
- crește motivația pentru învățare;
- dezvoltă abilități de gestionare a timpului, a emoțiilor;
- permite identificarea și valorificarea unor surse diverse de informare și documentare, utilizând tehnologia modernă;
- stimulează creativitatea elevilor;

- oferă oportunități valoroase pentru abordări interdisciplinare și transdisciplinare: matematică, fizică, biologie, chimie, tehnologia informației, inginerie etc.;
- rezultate școlare mai bune, decât în cadrul aplicării altor metode.

Proiectul STEM/STEAM/STREAM reprezintă și o **metodă complexă de evaluare**, deoarece implică abordarea completă a unei teme transdisciplinare și cuprinde, de regulă, și un aspect practic experimental. Aceste tipuri de proiecte permit evaluarea:

- unor capacități superioare ale elevilor/studentilor: atitudini, aptitudini, deprinderi, competențe;
- capacității de a selecta informațiile utile în vederea realizării proiectului;
- abilității de a identifica și a utiliza metode de lucru adecvate atingerii obiectivelor planificate;
- abilității de a utiliza corespunzător echipamentele și instrumentele necesare realizării proiectului;
- competenței de a finaliza un produs;
- lucrului în echipă (în cazul proiectelor în echipă);
- competenței de a susține proiectul realizat, evidențiind aspectele relevante.

O problemă educațională actuală reprezintă evaluarea proiectelor **ST(R)E(A)M** realizate.

Considerăm că e logică următoarea abordare a acestei problemei:

- Pentru realizarea proiectelor transdisciplinare de tipul STEM/STEAM/STREAM în grup elevii/studentii (mai ales elevii) **nu trebuie să fie apreciați cu note**. Se recomandă aprecierea lor în stilul competițiilor sportive - ocuparea locurilor I, II, III etc., cu înmânarea medaliilor, diplomelor, cupelor ș.a. Participarea la astfel de proiecte ar trebui să producă **doar plăcere** elevilor/studentilor, cadrelor didactice, părinților etc.
- Pentru realizarea proiectelor transdisciplinare de tipul **ST(R)E(A)M** individuale elevii/studentii **pot fi apreciați cu note** la una sau mai multe dintre disciplinele care au inițiat proiectul, în baza criteriilor bine determinate.

În contextul implicării educației **ST(R)E(A)M** în evaluările educaționale externe, la nivel de stat, considerăm, că în perspectivă sistemul de examene în cadrul bacalaureatului la profilul real ar putea include:

- **un examen la specialitatea de bază a profilului real, adică, examen la Matematică, Fizică, Chimie sau Biologie, în funcție de viitorul profil profesional al absolventului liceului;**
- **un proiect STREAM, personalizat, susținut de către absolvent.**

Menționăm, că **aplicarea** proiectelor STEM/STEAM/STREAM în educație au un impact semnificativ asupra:

- ❑ rezolvării complexe a unor probleme/ situații problemă cercetate, având diverse niveluri de dificultate;
- ❑ identificării traseului metodologic în realizarea scopurilor/obiectivelor urmărite de proiect;
- ❑ autonomiei elevilor/studentilor de a-și identifica modalitățile de soluționare a sarcinilor puse în fața lor;
- ❑ conlucrării/colaborării dintre profesor și elev/ profesori, părinți și elevi pentru a realiza obiectivele;
- ❑ evaluării rezultatelor de către elevi/studenti și identificării modalităților de îmbunătățire a următoarelor activități de învățare prin proiecte;
- ❑ posibilităților de diseminare a produselor obținute în cadrul proiectului și a organizării feedbackului, față de activitatea întreprinsă prin proiect.

Atunci când organizăm și implementăm proiecte *ST(R)E(A)M* se recomandă:

- să alegem ca subiect de cercetare o problemă semnificativă din viața de zi cu zi (pentru elevi) sau din domeniul profesional (pentru studenți);
- să implicăm, dacă este posibil, cât mai mulți elevi/studenti în realizarea proiectului;
- să elaborăm **o foaie de parcurs** detaliată a proiectului, numită **Harta tehnologică a proiectului** [1, 2];
- să implicăm, ca parteneri educaționali, consultanți/specialiști competenți din domeniul cercetat/studiat;
- să elaborăm un scenariu interesant pentru susținerea publică a proiectelor în cadrul evaluării proiectelor;
- să luăm în considerare posibilitatea realizării prin cooperare a unui proiect cu alte instituții de învățământ din țară sau din străinătate.

Pentru a realiza implementarea calitativă a **Educației ST(R)E(A)M**, inclusiv în contextul învățării transdisciplinare în școli/instituții superioare de învățământ, este necesară:

- 1) Modernizarea politicii educaționale a statului, inclusiv elaborarea unui nou Cod (Lege) a Educației, inclusiv în contextul integrării europene, ținând cont de experiența internațională în implementarea educației *ST(R)E(A)M*.
- 2) Reconfigurarea curricula școlare/universitare introducând o paradigmă de învățare transdisciplinară în combinație cu educația *ST(R)E(A)M*.
- 3) Studiarea disciplinei **Educația ST(R)E(A)M**, inclusă în Planul Cadru de Învățământ al Școlii, în toate clasele I-XII, adică este necesară implementarea **paradigmei educaționale STEM12**.
- 4) Realizarea formării profesionale inițiale a viitoarelor cadre didactice la facultate pentru predarea disciplinei școlare Educația *ST(R)E(A)M*.

- 5) *Elaborarea și implementarea unui sistem de competențe specifice în domeniul ingineriei, în contextul educației ST(R)E(A)M.*
- 6) *Elaborarea aspectelor metodologice și editarea materialelor didactice privind organizarea și implementarea efectivă a educației ST(R)E(A)M, inclusiv, a proiectelor ST(R)E(A)M.*
- 7) *Realizarea pedagogizării părinților/tutorilor în contextul introducerii în practica educațională a unei paradigme transdisciplinare în corelație cu Educația ST(R)E(A)M.*
- 8) *Elaborarea și implementarea unui curriculum școlar/universitar pentru disciplina Educația ST(R)E(A)M.*
- 9) *Elaborarea de ghiduri și recomandări pentru implementarea curriculumului la disciplina Educația ST(R)E(A)M.*
- 10) *Elaborarea și implementarea unui program de stat, împreună cu comunitatea de afaceri și business privind susținerea financiară și economică a implementării calitative a educației ST(R)E(A)M în școli și instituții superioare de învățământ.*

În concluzie menționăm, **că principiul învățării/evaluării prin proiecte ST(R)E(A)M** devine un principiu nou al didacticii moderne, axat pe paradigma învățării transdisciplinare, a aplicării cunoștințelor/competențelor în lumea reală și dezvoltării creativității elevilor/studentilor.

Trebuie să ținem cont și de faptul că asigurarea economiei cu personal calificat **ST(R)E(A)M** este o sarcină cheie a sistemelor de învățământ din țările dezvoltate tehnologic. Businessul secolului al XXI-lea, deja are nevoie de specialiști, formați în contextul **educației ST(R)E(A)M**.

Bibliografie

1. AKIRI. I. The transdisciplinary as an educational paradigm of the future. *Scientific journal "Education: Modern Discourses"*. Scientific professional publication of Ukraine, Category "B" (Ministry of Education and Science of Ukraine), Scientific Periodicals of Ukraine. 2021. Nr.4, 2021. p.33-38. ISSN 2617-7811 (Online), ISSN 2617-3107 (Print). <https://doi.org/10.37472/2617-3107-2021-4-04>
2. AKIRI, I. STEM education in the context of the transdisciplinary paradigm. *Education: Modern Discourses*, 6, 2023; p. 161–169. ISSN 2617-3107 (Print), ISSN 2617-7811 (Online), ISSN-L 2617-3107
3. БУХИНСКАЯ, Л.В. STEM в программе двенадцатилетнего обучения в Соединенных Штатах Америки. <https://cyberleninka.ru/article/n/stem-v-programme-dvenadtsatiletnego-obucheniya-v-soedinennyh-shtatah-ameriki/viewer>

4. DEBROY, A. What is STREAM Education & Why is It Gaining Popularity? <https://www.edtechreview.in/trends-insights/insights/what-is-stream-education/>
[Published Oct 7, 2017](#)
5. ЗАСЄКІНА, Т. М., КОРШУНОВА, О. В., ВАСИЛАШКО, І. П. Модельна навчальна програма міжгалузевого курсу «STEM. 7–9 класи» для закладів загальної середньої освіти. https://stemconnect.com.ua/img/navchaemo/Programa_STEM.pdf
6. Nation's Highest. Honors for STEM Teachers. https://www.bigdealbook.com/newsletters/k12_technology/?show=nation__s_highest_honors_for_stem_teachers
7. President's Council of Advisors on Science and Technology (PCAST). (2010). *Report to the President. Prepare and inspire: K-12 education in science, technology, engineering, and math (STEM) for America's future.* <https://www.afterschoolalliance.org/documents/pcast-stemed-report.pdf>
8. The UK STEM Education Landscape. A report for the Lloyd's Register Foundation from the Royal Academy of Engineering Education and Skills Committee. 2016. <http://www.raeng.org.uk/publications/reports/uk-stem-education-landscap>
9. TARNOFF, J. STEM to STEAM. Recognizing the Value of Creative Skills in the Competitive. http://www.huffingtonpost.com/john-tarnoff/stem-to-steam-recognizing_b_756519.html
10. ROOT-BERNSTEIN, M., ROOT-BERNSTEIN, R. From STEM to STEAM to STREAM: wRiting as an Essential Component of Science Education Электронный пєсупс: <https://www.psychologytoday.com/intl/blog/imagine/201103/stem-steam-stream-writing-essential-component-science-education>
11. WILLIFORD, A., MATTHEW, K., VITIELLO, V., HUMMER, L., CLAYBACK, K., POWELL, C., BIVONA, M. *Implementation Evaluation of the STREAM in Curriculum Model.* https://streamin3.org/wpcontent/uploads/sites/4/2021/12/STREAMin3_SummativeReport

PRACTICA DEZVOLTĂRII ȘI EVALUĂRII COMPETENȚELOR ÎN EDUCAȚIA STEM

Valeriu CABAC, dr. prof. univ.

<https://orcid.org/0000-0002-2125-2974>

Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți

Rezumat. În lucrare este analizat unul din „pilonii” educației STEM: abordarea prin competențe. În prima parte a lucrării sunt discutate cauzele ascensiunii rapide a noțiunii de competență în sistemele de învățământ. Sunt propuse două variante de definiții a competenței, descrisă o metodologie posibilă a formării/dezvoltării competențelor (verificată experimental) și discutate mai multe variante de evaluare a lor.

Cuvinte-cheie: educație STEM, abordare prin competențe, formarea/dezvoltarea/evaluarea competențelor.

Abstract. This paper analyzes one of the "pillars" of the STEM education: the competency approach. The first part of the paper discusses the reasons for the rapid rise of the notion of competence in education systems. Two variants of competence definitions are being proposed, a possible methodology of competence formation/development (experimentally verified) is described and several variants of competence assessment are discussed.

Keywords: STEM education, competency approach, competency training/development/assessment.

Introducere

Educația STEM (acronim în limba engleză de la Science, Technology, Engineering and Mathematics) presupune integrarea interdisciplinară/transdisciplinară a cunoștințelor din domeniul științelor naturii, tehnologiei, ingineriei și matematicii. În opinia mai multor specialiști, educația respectivă se sprijină pe șapte piloni importanți:

- interdisciplinaritatea;
- instruirea în bază de probleme;
- gândirea critică și abilitățile analitice;
- gândirea computațională;
- abordarea prin competențe;
- colaborarea;
- Inteligența Artificială.

Fiecare din acești piloni își are rolul său în educația STEM și merită să fie analizat amănunțit. Preocupările personale științifice, cât și alte argumente, aduse mai jos, ne-au orientat spre analiza pilonului cu denumirea „Abordarea prin competențe”. În particular ne va interesa formarea/dezvoltarea competențelor și evaluarea lor.

Din cele opt competențe-cheie, recomandate de Consiliul UE pentru învățarea pe tot parcursul vieții, un loc aparte îl ocupă competențele în domeniul științei, tehnologiei,

ingineriei și matematicii, adică tocmai competențele STEM. De ce aceste competențe ocupă un loc aparte? Analiza efectuată de Fundația Națională de Științe a S.U.A. (National Scientific Foundation) demonstrează că în viitorul apropiat 80% din locurile de muncă disponibile vor solicita persoane ce dețin competențe STEM.

Specialiștii consideră că cauza principală a implementării competențelor în formarea profesională, dar și în învățământul general, constă în *criza resurselor umane*: în mod paradoxal, în a doua jumătate a sec. XX ritmul dezvoltării tehnicii și a tehnologiilor a *întrecut* cu mult ritmul pregătirii/formării specialiștilor. Competența este un răspuns la așa-numitul analfabetism funcțional.

Este recunoscut faptul că noțiunea de competență a apărut în lumea muncii și aceasta explică implementarea competențelor în formarea profesională. Dar cum a ajuns competența în școală? Analiza mai multor documente europene i-a făcut pe cercetători să concluzioneze că sistemele de educație (cel puțin cele din țările europene) sunt conduse azi nu doar de obiective de *natură educațională*, dar sunt supuse unor ordonanțe foarte clare din *lumea economiei*. Și aceasta deoarece a fost conștientizată *necesitatea creșterii cât mai rapide a competitivității economiei europene în cursa pentru globalizare*.

Școala nu este o instituție în afara societății. Ea își pregătește absolvenții pentru viață, inclusiv pentru lumea muncii. Și dacă lumea muncii consideră că competența se află în centrul „managementului resurselor umane”, atunci nimic nu poate împiedica guvernarea să creadă că școlile ar trebui să contribuie mai mult la formarea competențelor. Cele relatate constituie o posibilă explicație a apariției în Codul Educației al articolului 11 „Finalitățile educației”, în care finalitatea principală este definită drept „formarea unui caracter integru și dezvoltarea unui sistem de competențe care include cunoștințe, abilități, atitudini și valori ce permit participarea activă a individului la viața socială și economică” [1].

În pofida faptului că competența nu are o definiție la care ar adera majoritatea specialiștilor, ea a „cucerit” destul de rapid sistemele de educație aproape din toate țările. Care este cauza acceptării aproape unanime a noțiunii de competență în sistemele de educație? Se poate presupune că acceptarea se datorează *încărcării simbolice pozitive*, transmise de noțiunea de competență: a fi competent înseamnă a fi eficient, competitiv, util (cine nu dorește să fie eficient, competitiv, util?); înseamnă a putea răspunde așteptărilor societății. Într-o lume în care *concurența* joacă un rol decisiv, noțiunea de competență vorbește de la sine.

Parafrazând proverbul „cum vei numi corabia, așa aceasta va naviga”, riscăm să afirmăm: cum vom defini competența, așa aceasta va trebui formată și evaluată. Vom prelungi cu un scurt istoric de apariție al competenței și a tentativelor de a o defini.

1. Geneza noțiunii de competență

Începutul cercetărilor orientate spre noțiunea de competență a fost pus de mai mulți psihologi din S.U.A., printre care Noel Burch de la fundația Gordon Training International, care a propus în anul 1970 conceptul celor „patru etape ale învățării” (fig. 1).

Prima etapă poartă denumirea „incompetență inconștientă”. La această etapă individul nu conștientizează că el ceva nu știe sau nu este capabil să facă.

La etapa a doua, numită „incompetență conștientă”, individul conștientizează deficitul de cunoștințe și abilități, înțelege și primește ca un dat propria incompetență.

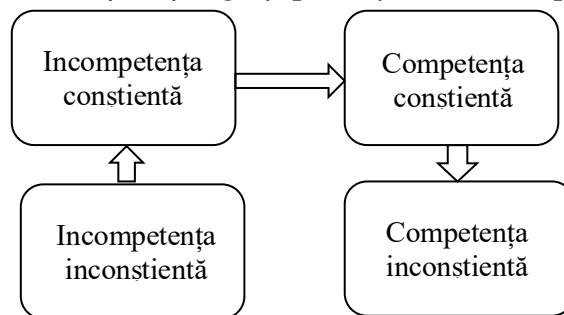


Figura 1. Etapele învățării

Etapa a treia, numită „competența conștientă”, reprezintă starea de pregătire a individului de a dezvolta cunoștințe și abilități, într-o zonă care poate fi numită „zona dezvoltării”. Zona respectivă este determinată de individ în funcție de nevoile, interesele sale, de problemele pe care le are de rezolvat. Este foarte important ca la această etapă individul să nu piardă caracterul critic al autoaprecierii sale.

Etapa a patra, numită etapa „competenței inconștiente”, se caracterizează prin stăpânirea liberă a cunoștințelor și abilităților, prin posibilitatea de transfer și de sinteză a lor [2].

Mai mulți cercetători subliniază pericolul etapei de „incompetență inconștientă”. Folosind o metaforă, se poate afirma că această etapă reprezintă etapa în care individul poate mânui doar ciocanul și aceasta îl face să vadă peste tot locul numai cuie. Pericolul „incompetenței inconștiente” este și mai mare atunci, când individul dă acordul (sau chiar tinde) să ocupe un post înalt de conducere, fără a conștientiza faptul că el nu este pregătit pentru aceasta.

Cel care a atribuit noțiunii de competență semnificația modernă a fost psihologul David McClelland (S.U.A.). Circumstanțele în care McClelland a realizat cercetările sale țin de modul de angajare în câmpul muncii.

O preocupare permanentă a angajatorilor a fost și este angajarea unor persoane, care ar demonstra performanțe cât mai înalte la locul de muncă. Pentru a identifica asemenea persoane este nevoie de anumiți *predictori*. Rolul predictorilor este de a estima, într-un context dat, probabilitatea demonstrării de către angajat a performanțelor așteptate. Mult

timp, în funcție de specificul activității, în calitate de predictor la angajare erau utilizați fie unii parametri fizici ale persoanei, fie unele abilități fizice, fie unele calități morale, fie inteligența. Către mijlocul anilor '50 a secolului trecut în țările dezvoltate (în special, în S.U.A.) în calitate de predictor erau utilizate scorurile la testele de aptitudini și inteligență. Specialiștii din domeniul managementului menționau că nici unul din acești predictorii nu era perfect.

La începutul anilor '70 a secolului trecut McClelland a realizat o amplă cercetare, care i-a permis să concluzioneze că nici rezultatele școlare, nici scorurile la testele de aptitudini și inteligență nu prezic reușita profesională, dar nici reușita în adaptarea eficientă la problemele din viața cotidiană. McClelland nu s-a limitat la critica predictorilor utilizați, dar a propus un alt predictor în baza căruia se poate prezice mai corect o performanță viitoare [3]. În calitate de asemenea predictor a fost propusă noțiunea de *competență*. Marele avantaj al teoriei lui McClelland constă în caracterul ei optimist: *competențele pot fi identificate și dezvoltate*.

Cea mai des utilizată definiție a noțiunii de competență (și cea mai apropiată de modul în care a definit-o McClelland) este aceea care consideră *competența* drept *suma cunoștințelor, capacităților și atitudinilor care contribuie la capacitatea unei persoane de a-și îndeplini eficient (la standardele agreate anterior) sarcinile și responsabilitățile postului (pe scurt, de a fi performant)* [4]. Se poate observa că termenul „capacitate” este utilizat în definiția de mai sus în sens îngust (ca componentă a competenței) și în sens larg (competența înseși este o capacitate). De altfel, acesta este încă un exemplu al caracterului difuz al limbajului pedagogic.

Definiția și semnificația atribuită competenței de către McClelland a constituit punctul de plecare a unor dispute interminabile (durează mai mult de 50 de ani) referitoare la definiția competenței. O parte din cercetători a aderat la punctul de vedere al lui McClelland, considerând că competența reprezintă un ansamblu de cunoștințe, abilități și atitudini care permit individului să facă față cu succes sarcinilor de la locul de muncă. Alți cercetători consideră că competența nu rezidă în cunoștințele, abilitățile și atitudinile individului, ci în capacitatea lui de a *mobiliza* cunoștințele, abilitățile și atitudinile sale în vederea tratării unei situații complexe cu care este confruntat.

În domeniul educației, noțiunea de competență a apărut ca o reacție la axarea domeniului productiv, în special al managementului, pe această noțiune. Menționăm, de asemenea, că accentul pe dezvoltarea competențelor a fost pus în relație cu nevoia de învățare de-a lungul întregii vieți și cu transferabilitatea rezultatelor învățării. Afară de aceasta, cercetările efectuate în mai multe țări în anii '80 a secolului trecut au constatat eșecul multor absolvenți în viața de toate zilele și în lumea muncii; elevii, care demonstau rezultate excelente în activitatea de învățare în școală, întâmpinau adesea probleme în integrarea lor eficientă în viața cotidiană, în cariera profesională.

Situația descrisă este o consecință a mai multor cauze, principalele din ele fiind:

- lipsa legăturii multor discipline școlare cu viața; elevii erau (și sunt!) nevoiți să studieze disciplinele respective pentru a obține note, pentru a fi promovați și pentru a obține în final o diplomă;
- conținutul livresc (fără legătură cu viața reală, decontextualizat) conducea la formarea unor „analfabeți funcționali” – persoane care cunosc multe lucruri, dar sunt incapabile să le traducă în acțiuni;
- conținuturile de învățat erau „parcelizate” prin intermediul multiplelor obiective formulate de profesori.

Ultima cauză este de ordin principial. Abordarea prin obiective a permis de a depăși unele din „deficiențele” instruirii tradiționale, dar a generat altele. „Punctul forte al pedagogiei prin obiective este capacitatea sa de a diviza conținuturile în microunități pentru a conduce elevul/studentul cu pași mici de la simplu la complex. Paradoxal, dar această capacitate este concomitent și punctul cel mai slab al pedagogiei prin obiective. Fragmentarea excesivă a conținuturilor conduce la situația când „nu vezi pădurea după copaci”. Cei ce învață sunt nevoiți să aștepte mult timp pentru a descoperi de ce ei au învățat o noțiune sau alta. Se presupune (fără temeuri serioase) că atingerea succesivă și separată a obiectivelor unei discipline îi va permite educatului să integreze conținuturile însușite, să transfere cunoștințele acumulate în situații practice și să rezolve problemele întâlnite în practica curentă” [5, p. 117]. Or, abordarea prin competențe tocmai vine să *integreze* achizițiile elevului/absolventului, atunci când el are de rezolvat/tratat situații din viață. În opinia autorului, din punct de vedere didactic, abordarea prin competențe completează abordarea prin obiective în sensul că, pentru a deveni achiziții ale elevului, conținuturile trebuie divizate în microunități, iar pentru a fi utilizate la tratarea situațiilor complexe cunoștințele trebuie integrate. O descriere cât se poate de reușită a situației o găsim în Vechiul Testament:

„Pentru toate există o vreme,

și orice lucru de sub ceruri își are timpul său:

<...> un timp pentru *a arunca cu pietre* și un timp pentru *a strânge pietre* <...>”.

Apariția noțiunii de competență a multiplicat întrebările ce țin de proiectarea, realizarea și evaluarea procesului de formare a specialistului, dar și a procesului de instruire în învățământul general. Întrebarea de bază este următoarea: cum trebuie format specialistul pentru ca la ieșire să căpătăm un profesionist competent? Cum trebuie instruit elevul pentru a obține un absolvent competent? Căutarea răspunsului la aceste întrebări a condus la formularea unor întrebări noi: Este competența finalitatea principală în instruirea școlară, capabilă să substituie toate finalitățile educației? Pot fi învățate competențele? Competența poate fi formată numai în condițiile activității profesionale? Există diferențe între competențele unui novice și al unui profesionist experimentat?

Există în prezent o alternativă a abordării prin competențe în formarea specialiștilor/în învățământul general? Răspunsurile la aceste întrebări, în mare parte, depind de definiția competenței.

Una din primele definiții ale competenței în educație a fost propusă de cercetătorii francezi Pierre Gillet și Charles Delorme [6, p. 69]: „Competența se definește drept un sistem de cunoștințe conceptuale și procedurale, organizate în scheme operatorii, care permit în interiorul unor familii de situații, identificarea unei sarcini-probleme și rezolvarea ei prin acțiuni eficiente”.

Definiția de mai sus conține trei afirmații importante:

- (a) o competență cuprinde mai multe cunoștințe conexe;
- (b) o competență se aplică la o familie de situații;
- (c) o competență este orientată spre o finalitate.

Totodată, din definiție rezultă că competențele nu se opun și nu înlocuiesc cunoștințele; ele desemnează organizarea cunoștințelor într-un sistem funcțional. Competența este concepută drept o rețea integrată și funcțională, formată din componente cognitive, afective, sociale, senzoriomotorii, pe care persoana le poate mobiliza, atunci când este confruntată cu o familie de situații.

Ca și în lumea muncii, în lumea academică apariția noțiunii de competență a devenit obiectul unor discuții, adesea virulente, dar a servit și drept „invitație” de a propune alte definiții. În tentativa de a clarifica noțiunea de competență, au fost propuse un șir de definiții, inclusiv tautologice (competența este competența de a face ceva) sau definiții care reduc competența la alte noțiuni (cel mai frecvent, competența este capacitatea de a...).

În Cadrul de referință al Curriculumului Național, dar și în curricula disciplinare din Republica Moldova a fost propusă următoarea definiție: *Competența școlară este un sistem integrat de cunoștințe, abilități, atitudini și valori, dobândite, formate și dezvoltate prin învățare, a căror mobilizare permite identificarea și rezolvarea diferitor probleme în diverse contexte și situații* [7, p. 15]. Definiția în cauză ridică mai multe semne de întrebare:

- Nu este clară introducerea în definiție, de rând cu cunoștințele, abilitățile și atitudinile a valorilor (de parcă cunoștințele, abilitățile și atitudinile nu ar fi valori);
- Definiția propusă se deosebește esențial de definiția competenței inclusă în documentele de politică educațională din România;
- Prof. univ. Michel Minder (Belgia), autorul importantei lucrări „Didactica funcțională” [8] consideră că definirea competenței printr-un *ansamblu integrat de cunoștințe, capacități și atitudini* reprezintă doar prima parte a acestui concept, baza statică a competenței, resursele ei (acest lucru a fost menționat de către cercetătorii Vlad Pâslaru și Maria Hadîrcă). Pentru ca resursele să se transforme în competențe,

este necesar ca ele să devină dinamice, mobilizabile într-un număr mare de situații/contexte de același tip (așa-numitele familii de situații). Or, tocmai această mobilizare de resurse definește competența [9]. Altfel spus, competența ar trebui să aibă două „fețe”: o „față” statică și una dinamică.

În favoarea ultimei ipoteze ne vorbesc rezultatele unei investigații... lingvistice. Se pare că în marea majoritate a limbilor vorbite pentru noțiunea de competență este utilizat, în temei, un singur termen. Excepția o fac două limbi: limba engleză și limba rusă.

Limba engleză: competence și competency;

Limba rusă: компетенция și компетентность [10].

Analiza atentă a surselor documentare permite să stabilim că majoritatea cercetătorilor, în special, persoanele pentru care engleza este limbă maternă, separă acești termeni. Cercetătorul C. Rowe sugerează următoarele: „Eu consider că este utilă întrebuințarea noțiunii *competence*, care să semnifice o calificare și un standard de performanță atins, în timp ce *competency* se va referi la un comportament prin care acesta este realizat. Cu alte cuvinte, prima noțiune descrie ceea ce oamenii pot realiza, în timp ce a doua se concentrează pe modul în care se va realiza” [11]. Rețeaua KudoZ™, specializată în ajutorul acordat traducătorilor la traducerea și explicarea diversilor termeni, propune următoarele semnificații pentru termenii analizați [12]:

competence – potential to perform (potențial de a demonstra o performanță);

competency – actual performance (performanța propriu-zisă).

Se poate afirma că „competence” reprezintă partea statică a competenței (potențialul de a acționa), iar „competency” reprezintă partea dinamică a competenței (ceea ce se construiește, ceea ce apare la subiect la realizarea potențialului). Astfel, competența apare drept un veritabil „Janus cu două fețe” (Janus bifrons) (fig. 2).



Figura 2. Competența: Janus cu două fețe

În anul 2018 specialistul francez Guy Le Boterf [13] a propus o definiție „duală” a competenței. În acest scop, cercetătorul amintit a propus de a diferenția noțiunile: a fi competent și a avea competențe.

„A fi competent” înseamnă a ști să navighezi prin complexitate, a ști cum să acționezi, adică să pui în aplicare o practică profesională/o practică didactică pertinentă pentru a trata o situație prin mobilizarea unei combinații adecvate/potrivite de resurse

interne (sau personale) și externe (baze de date, persoane etc.). În alți termeni, a fi competent semnifică a ști să mobilizezi cu *bună știință* procedurile cunoscute în funcție de *interpretarea situației* [14]. A decide care cunoștințe, care abilități (pe scurt, care resurse) trebuie mobilizate, constituie o parte esențială a competenței.

„A avea competențe” înseamnă a avea resurse (cunoștințe, abilități, atitudini) pentru a acționa competent. Atragem atenția asupra faptului că „a avea competențe” nu semnifică „a fi competent”. „A avea competențe” este o condiție necesară, nu și suficientă pentru „a fi competent”.

Din cele relatate se poate de acum formula o concluzie importantă: competența unui individ se situează *atât în modul său de acțiune, cât și în resursele* pe care el le selectează și le mobilizează pentru a acționa. Într-adevăr, persoana care îndeplinește o sarcină profesională la locul de muncă sau elevul care rezolvă o problemă la lecție se concentrează când asupra resurselor (conținutul instrucțiunii de lucru, definiția unor noțiuni, formularea unor teoreme etc.), când asupra acțiunilor care conduc la executarea cu succes a sarcinii/rezolvarea problemei.

Propunem, în continuare, o definiție „duală” a competenței [15].

De pe poziția „a avea competențe”, *competența este o resursă* sau o combinație de resurse ale elevului, mobilizabile pentru a acționa în situații complexe de învățare sau situații complexe reale. Considerăm că „a avea competențe” este un *scop al instruirii*.

De pe poziția „a fi competent”, *competența este rezultatul unui proces* orientat spre tratarea cu succes a unei situații complexe prin mobilizarea unui ansamblu diversificat de resurse. Competența, în acest caz, reprezintă un ansamblu de scheme de acțiune. Competența formată permite de a trata situații asemănătoare. Considerăm că „a fi competent” este un *scop al formării*.

Ambele „fețe” ale competenței sunt importante: fără resurse acțiunile nu pot fi realizate; resursele care nu sunt mobilizate, utilizate devin „moarte”. Totodată, resursele și punerea lor în aplicare (procesul) sunt lucruri ce pot fi învățate.

Menționăm că cercetătorii români, prof. univ. Dan Potolea și prof. univ. Steliana Toma evidențiază, de asemenea, două aspecte/dimensiuni ale competenței: aspectul *obiectiv-social* (existența la subiect a resurselor) și aspectul *subiectiv-profesional*, care vizează capacitatea subiectului de a selecționa, combina și utiliza adecvat resursele în vederea realizării cu succes a unei sarcini de învățare sau profesionale [16].

Definiția competenței, descrisă și explicată mai sus, nu este acceptată de toți cercetătorii din domeniu. Propunem, în continuare, încă o definiție.

Se consideră că există două căi de a ajunge la o definiție a competenței „agreată” de majoritatea specialiștilor:

- (a) identificarea elementelor comune în definițiile existente („triarea”);

(b) eliminarea definițiilor care nu înseamnă nimic, fie că sunt vagi și atât de abstracte, încât sunt complet „invizibile”, fie că pentru faptul că înseamnă totul (adică nu înseamnă nimic) [17].

Mai multe colective de cercetători, mergând pe prima cale, după „trierea” a sute de definiții au identificat un singur element comun: competența se referă la *acțiunile* pe care elevul este capabil să le realizeze într-o anumită situație.

La „eliminarea” definițiilor s-a urmărit identificarea unor elemente de definiție, care ar conduce la o formulare clară, lipsită de ambiguitate, o definiție care nu are un sinonim adecvat și care să constituie un consens pentru majoritatea cercetătorilor care s-au concentrat pe clarificarea conceptului de competență. În consecință, a fost propusă următoarea definiție: *Competența este o acțiune reflexivă de mobilizare a resurselor interne structurate și a resurselor externe disponibile; această mobilizare include o selecție și o combinare a acestor resurse și este adaptată unei familii de situații* [17]. Definiția de mai sus este relativ „proaspătă” (datează din toamna anului 2021) și, probabil, prin aceasta poate fi explicat faptul că nu au fost identificate publicații în care ar fi descrisă o metodologie clară de formare și dezvoltare a competenței definite în modul de mai sus.

Definițiile existente ale competenței, subliniază prof. univ. V. Pâslaru [18], certifică două tendințe: prima, de limitare a conceptului de competență la suma/sinteza cunoștințelor, capacităților și atitudinilor (toate trei – în sens îngust) necesare îndeplinirii adecvate a unui rol, executării unei sarcini, și a doua, de lărgire a semnificației termenului competență până la conceptul de finalitate generală a educației – de cultură generală și profesională.

Noțiunea de competență a condus, sau, mai precis, conduce la o reconceptualizare a învățării școlare: de la învățarea „tradițională”, înțeleasă ca „achiziție de cunoștințe” la învățarea privită drept un act de participare a elevilor la practica socială a comunității în care se află unitatea școlară (în alți termeni – a se întoarce cu fața spre viață).

2. Practica formării și dezvoltării competențelor

Definițiile competenței, aduse mai sus, nu conțin indicii referitor la modul lor de formare. În tentativa de a creiona modul de formare/dezvoltare a competențelor, specialiștii au atras atenția la definițiile competenței în care ea este definită drept capacitatea individului de a trata o clasă de situații (profesionale, didactice) de diverse grade de complexitate. *Situația* reprezintă relațiile pe care o persoană sau un grup de persoane le are cu un context dat. Acest context este caracterizat de mediul în care persoanele se regăsesc: *un set de circumstanțe la un moment dat*. În contextul școlar situația desemnează interacțiunile dintre profesor și elevi în contextul învățării. O situație este creată sau ajustată de către profesor în vederea progresului elevului, provocând

modificări în organizarea comportamentală a acestuia. Situația este propusă de către profesor pentru a provoca o reacție în conformitate cu obiectivele educaționale.

Contextul în situație provoacă interesul elevului, motivația lui. Una este să rezolvi o problemă din manual și alta este să rezolvi o problemă pe care o pune viața. Trecerea de la manual la viață este o schimbare de context. Se poate afirma că într-o situație dată, contextul reprezintă un spațiu de cercetare care permite elevului să-și construiască o reprezentare adecvată despre problemă. Drept consecință, competența depinde nu numai de persoană, ci și de condițiile de realizare a activității, adică de context.

Deși noțiunea de situație urmează să fie investigată mai profund, un număr mare de cercetători consideră că între noțiunea de competență și noțiunea de situație există o legătură strânsă: numai fiind plasat într-o situație individul își poate demonstra competența. Cercetătorii, care au legat competențele și situațiile, au tras două concluzii majore:

- pentru a forma la elevi competențe, ei trebuie plasați în situații complexe autentice;
- evaluarea competențelor se face, de asemenea, prin plasarea elevilor în situații complexe.

Prin urmare, profesorul trebuie să „traducă” competențele în limbajul situațiilor. Este o activitate destul de dificilă pentru profesor. Într-un șir de țări francofone, în special în Franța, această „traducere” este realizată în cadrul institutelor regionale de științe ale educației. Din această perspectivă, este salutară tentativa autorilor curriculumului disciplinar la matematică, care au propus în ghidul de implementare a curriculumului câteva situații reale complexe, numite „probleme integrative”. Însă numărul lor este prea mic.

Pentru a forma la elev o competență, după cum s-a menționat, el trebuie plasat într-o situație complexă. Este de la sine înțeles, că tratarea cu succes a unei singuri situații complexe nu va conduce la formarea competenței. Elevului i se vor propune mai multe situații complexe asemănătoare, care formează *familii de situații*.

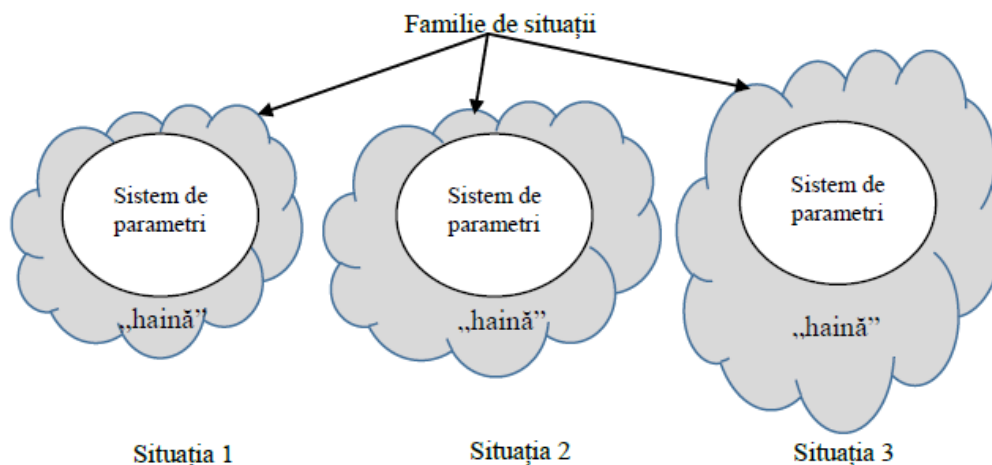


Figura 3. Familie de situații

Propunem o variantă proprie de definire a familiei de situații. Fiecare situație conține elemente-nucleu, numite *parametri* ai situației și elemente periferice, numite „*haină*”. Parametrii definesc familia de situații. Situațiile, care au același sistem de parametri, se numesc situații echivalente. Echivalența situațiilor se face prin compararea parametrilor. O familie de situații constă din situații echivalente (fig. 3).

Aducem, în continuare, două exemple de situații, care pot fi folosite pentru formarea competenței „Prelucrarea digitală a informațiilor text, numerice, grafice, audio și video, manifestând interes pentru învățare activă, comunicare și colaborare” în cursul școlar de informatică și a competenței „Extrapolarea achizițiilor matematice pentru a identifica și a explica procese, fenomene din diverse domenii, utilizând concepte și metode matematice în abordarea diverselor situații” în cursul școlar de matematică.

Situația 1.

Pe data de 17 mai 2024 în gimnaziul/liceul nostru va avea loc adunarea generală a părinților, consacrată totalurilor anului școlar. Folosind cunoștințele și deprinderile căpătate la studierea temei „Editarea textelor”, pregătește o invitație pentru unul din părinți pentru participare la adunare.

Invitația va fi perfectată pe o coală de format A5, orientare album, îndoită în două pe orizontală, astfel încât să se formeze 4 pagini.

Pe prima pagină sus va apare denumirea gimnaziului/liceului (font # 12, bold, centrat). Pe diagonala paginii va apare inscripția „Invitație”, realizată cu ajutorul funcției Word Art. Pe pagina a treia va apare textul invitației (font #11):

Stimată doamnă Elena Rotari sau

Stimate domn Ion Lavric (italic, centrat)

Vă invit respectuos să participați la adunarea generală a părinților elevilor din gimnaziu/liceu, consacrată totalurilor anului școlar. Evenimentul va avea loc pe data de 17 mai 2024, ora 17.00 în sala de festivități. Vă aștept,

Diriginta clasei a VIII Marina Scurtu

Alege un font care suportă diacriticele. Alte elemente care pot face invitația mai atractivă - la discreția ta.

Situația 2.

Pe un tronson de drum de 9 km viteza este limitată la 90 km/oră. Pentru a controla viteza vehiculelor este utilizat un tip nou de radar: radarul de tronson. Acest tip de radar permite de a măsura viteza medie a unui vehicul pe un tronson de câțiva km. Un automobilist a parcurs primii 5 km cu viteza medie de 110 km/oră. Observând că se află pe tronsonul controlat de radar, automobilistul a decis să micșoreze viteza până la 60 km/oră pe ultimii 4 km. Va fi el pedepsit pentru depășirea vitezei?

Cum să formăm o competență la un elev? Un răspuns scurt, formulat mai sus, este următorul: a plasa elevul în situații complexe, care implică mobilizarea resurselor interne

și a resurselor externe disponibile pentru tratarea cu succes a situațiilor (conceperea unui proiect, elaborarea unei prezentări electronice etc.). Resursele reprezintă orice, ce poate ameliora situația. Resursele pot fi interne (cunoștințe, abilități, atitudini) și externe (umane sau materiale).

Cu referire la modul de formare și dezvoltare a competențelor se poate vorbi despre două abordări. Deși abordările sunt diferite, ele nu sunt contradictorii, dar vizează priorități diferite.

Prima abordare este una constructivistă și constă în:

- a) reorientarea învățării: predarea (discursul profesorului) este înlocuită de rezolvarea situațiilor-problemă; învățarea este realizată prin metode active;
- b) luarea în considerație a competențelor pentru viață;
- c) promovarea interdisciplinarității.

Abordarea (socio)constructivistă este prezentată adesea drept unica abordare care poate favoriza dezvoltarea competențelor [19].

Abordarea este ambițioasă, dar poate fi implementată într-un mod durabil doar de profesori care au o pregătire foarte bună. Afară de aceasta, abordarea în cauză necesită condiții favorabile, clase cu un număr mic de elevi, care nu au probleme cu învățarea, spații adecvate, materiale didactice indispensabile.

Cea de a doua abordare este cunoscută sub numele de „pedagogie a integrării”. În ea procesul de instruire este realizat prin alternarea a două tipuri de învățare:

- a) *învățarea de bază* sau învățarea punctuală, pe parcursul căreia elevul asimilează (își formează) resursele necesare pentru formarea și dezvoltarea competențelor; în psihologia cognitivă învățarea de bază este denumită *faza cognitivă*;
- b) *integrare*: elevului îi sunt propuse situații complexe, pentru tratarea cărora elevul trebuie să mobilizeze ceea ce el a învățat pe parcursul învățării de bază. Integrarea se realizează individual sau în grupe mici; în psihologia cognitivă aceasta este *faza asociativă*.

Specialiștii recomandă realizarea încă a unei faze - *faza autonomă* în care cunoștințele specifice domeniului sunt automatizate. Automatizarea eliberează memoria de scurtă durată, care se poate concentra pe aspectele mai complexe ale sarcinii [20].

Dacă în cazul primei abordări elevului îi sunt propuse, mai întâi, situațiile complexe și el este nevoit să selecteze și să caute resursele necesare pentru tratarea lor (aceasta cere timp, dar și un efort cognitiv), atunci în abordarea a doua elevul, fiind ghidat de profesor, își creează, mai întâi, resursele, apoi lui i se propun situații, care pot fi tratate cu ajutorul acestor resurse.

Practica de implementare a celei de a doua abordări a permis de a constata că

- abordarea este apreciată pozitiv de persoanele interesate, în special, de părinți și elevi;

- abordarea contribuie la progresul tuturor elevilor: elevii cu un nivel înalt de pregătire progresează, dar elevii cu un nivel slab de pregătire progresează de asemenea (adesea, mai rapid decât elevii cu un nivel înalt de pregătire);
- abordarea securizează, într-o anumită măsură, profesorii, care pot observa repede schimbările pozitive din clasă.

Formarea competențelor în „pedagogia integrării” are loc în câteva etape: (1) motivarea; (2) învățarea de bază, numită și etapa cognitivă; (3) integrarea numită și etapa asociativă; (4) etapa de lucru autonom și evaluare; (5) etapa de îmbogățire (are loc la locul de muncă) (fig. 4). Vom descrie succint fiecare etapă.

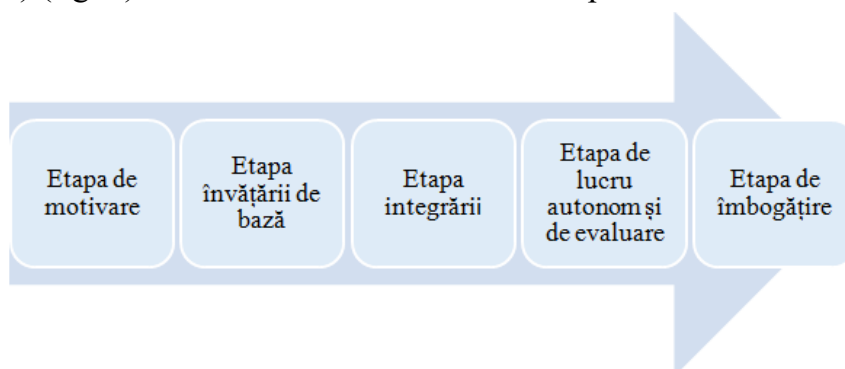


Figura 4. Etapele de formare a competenței în „pedagogia integrării”

La *etapa de motivare* profesorul demonstrează elevilor 2-3 situații din familia de situații care definește competența ce urmează a fi formată. Se vor alege situații autentice, frecvent întâlnite.

Etapa învățării de bază are drept scop formarea resurselor necesare pentru tratarea situațiilor complexe, adică a resurselor necesare pentru exersarea competențelor. Etapa învățării de bază se prelungește până ce cunoștințele devin *funcționale* (elevul le poate identifica și utiliza în situații simple).

Etapa de integrare este etapa *principală* în procesul de formare a competenței. Etapa începe cu prezentarea elevilor a unei situații din familia de situații care definește competența ce urmează a fi formată. Se recomandă a alege o situație relativ simplă. Pentru majoritatea elevilor situația prezentată este una nouă, „străină”, în care nu toate elementele sunt înțelese. Primul lucru pe care trebuie să îl facă profesorul constă în crearea condițiilor ca *fiecare elev* să înțeleagă/interpreteze corect situația, să identifice contextul și sarcina ce urmează a fi rezolvată. Este important, de asemenea, de a *descrie produsul* obținut în rezultatul tratării situației.

După ce situația este interpretată, începe tratarea ei. Profesorul pune întrebarea: Cum o persoană competentă ar trata această situație? Profesorul poate audia propunerile unor elevi, dar în majoritatea cazurilor el *singur tratează* situația (răspunde la întrebarea formulată). În acest scop, profesorul explică amănunțit acțiunile pe care le face, explică de ce anume aceste acțiuni sunt realizate, indică care resurse (interne și/sau externe) stau

la baza unei sau altei acțiuni. În încheiere se discută dacă produsul obținut satisface descrierii. Apoi profesorul va repeta cursiv operațiile necesare cu explicațiile de rigoare. În final, unul sau doi elevi vor repeta acțiunile și explicațiile profesorului.

În continuare, profesorul va prezenta elevilor a doua situație din aceeași familie. Urmează înțelegerea/interpretarea acestei situații. Menționăm că pentru elevi a doua situație nu mai este cu totul „străină”. Deoarece prima și a doua situație fac parte din aceeași familie de situații, între ele există (trebuie să existe!) anumite asemănări. Prin urmare, elevii vor identifica în situația a doua elemente cunoscute. Experiențele realizate au demonstrat că tratarea celei de a doua situații trebuie făcută, de asemenea, de către profesor, dar cu implicarea elevilor. După tratarea situației un elev va repeta acțiunile necesare pentru tratare cu explicațiile de rigoare.

Etapa va continua cu tratarea consecutivă a celei de a treia, a patra ș. a. m. d. situații. Cu fiecare situație nouă implicarea elevilor este din ce în ce mai pronunțată, în timp ce profesorul treptat se retrage în „umbră”. Cu fiecare situație tratată elevul asimilează noi scheme de recunoaștere și de acțiune.

La *etapa de lucru autonom și evaluare* elevii lucrează de sine stătător asupra tratării noilor situații din familie. În cazurile necesare elevii se pot adresa după ajutor (la profesor, la colegi). Etapa respectivă mai este numită *etapa de adaptare la noi situații*. În cazul când la tratarea unei situații elevii lucrează autonom (profesorul îndeplinește rolul de observator) avem de a face cu *evaluarea competenței*.

Generalizând, se poate spune că la etapa învățării de bază se formează prima „față” a competenței, iar la etapa integrării – cea de a doua „față” (fig. 5).

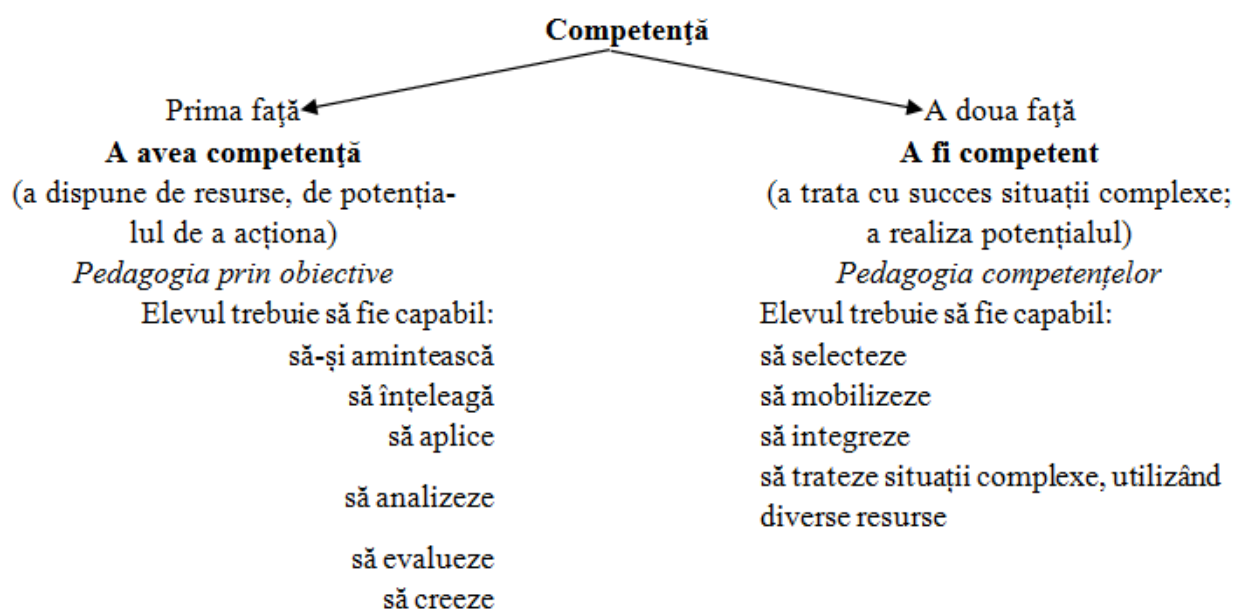


Figura 5. Construirea „fețelor” competenței

3. Practica evaluării competențelor

Apariția noțiunii de competență a constituit apariția unor noi obiecte de evaluare – *competența și formarea competențelor* [21].

„*Evaluarea* este un proces de producere a cunoștințelor, orientat spre generarea inferențelor privind competențele dezvoltate, procesele implicate în formarea și dezvoltarea competențelor și potențialul de dezvoltare a acestora” [22].

Deși competența rămâne un concept vag, având fundamente aparent fragile, ea a produs/urmează să producă schimbări majore în sistemele de educație și formare profesională. Aceste schimbări au fost acompaniate în mai multe țări de activități de elaborare a unor dispozitive de asigurare a calității și de pilotare a sistemelor școlare [23]. În conceperea acestor dispozitive s-a produs o schimbare de paradigmă: de la pilotarea centrată pe *intrări* (resurse investite în sistem) la pilotarea centrată pe *ieșiri* (rezultatele obținute de sistem). În acest context au fost elaborate mai multe dispozitive de evaluare externă, atât la nivel internațional (TIMMS, PISA), cât și la nivel național. Evaluările externe joacă un rol dublu: (a) ajută la pilotarea sistemelor, oferind indicatori transversali și longitudinali; (b) reglează practica de instruire/formare, oferind feed-back la diferite nivele ale sistemului (școală, clasă, elev).

Paralel cu dispozitivele de evaluare externă un șir de cercetători (V. Garette, J.-M. De Ketele, B. Rey, F.-M. Gerard, A. Defrance, S. Kahn, G. Scallon) au propus dispozitive de evaluare alternative.

Diferențele principale dintre dispozitivele de evaluare externă și dispozitivele de evaluare alternative sunt următoarele:

- a) Obiectivele prioritare: dispozitivele de evaluare externă reprezintă mijloace de pilotare a sistemelor, iar dispozitivele de evaluare alternative au drept obiectiv diagnosticarea;
- b) Obiectul evaluării: dispozitivele de evaluare externă se înscriu într-o abordare de „parcelizare” a cunoștințelor și abilităților, iar dispozitivele de evaluare alternative evaluează nivelul de dezvoltare a competențelor în situații complexe [24].

Vom descrie în continuare unele dispozitive de evaluare a competențelor școlare.

1. *Sarcini de evaluare în situații complexe* (J.-M. De Ketele, F.-M. Gerard)

Pentru J.-M. De Ketele, F.-M. Gerard competența este posibilitatea pentru elev de a mobiliza un ansamblu integrat de resurse pentru a rezolva o situație-problemă ce aparține unei familii de situații. Potrivit acestora, sarcina de evaluare constă în prezentarea elevului a 1-2 situații complexe, care presupun elaborarea de către elev a unui produs de asemenea complex. Tratarea situațiilor complexe necesită, în mod evident, timp [25]. F.-M. Gerard consideră că elementul cel mai important în noțiunea de competență este aspectul „integrare”.

Pentru ca sarcinile de evaluare să corespundă definiției date de J.-M. De Ketele și F.-M. Gerard, autorii menționați au propus de a confrunta elevul cu două tipuri de sarcini: (a) o singură sarcină complexă; (b) elaborarea unui produs complex prin realizarea mai multor sarcini, care, la rândul lor, presupun parcurgerea mai multor etape (sarcinile respective trebuie să fie, de asemenea complexe).

Modelul de evaluare a competențelor, propus de J.-M. De Ketele, F.-M. Gerard, se sprijină pe ideea conform căreia evaluarea competențelor poate fi realizată pornind de la două sau trei situații complexe, un set de criterii de evaluare (calitățile minimale care trebuie să le respecte produsul elevului) și regula „2/3”. Semnificația acestei reguli este următoarea: elevul este considerat competent, dacă el reușește să trateze cu succes cel puțin două sarcini din trei propuse.

Cu referire la sarcinile de evaluare PISA, poziția cercetătorilor J.-M. De Ketele și F.-M. Gerard, la care aderă și autorul, este următoarea:

- sarcinile de tip test permit de a evalua resursele necesare pentru tratarea situației complexe, dar nu permit de a evalua facultatea de a mobiliza resursele;
- înseși competențele pot fi evaluate prin plasarea elevilor în situații complexe.

2. Modelul de evaluare al lui B. Rey și colaboratorii săi

B. Rey și colaboratorii au definit competența într-un mod asemănător definiției propuse de J.-M. De Ketele și F.-M. Gerard. În opinia acestui grup de cercetători, „competența autentică” este capacitatea de a răspunde la situații complexe și inedite printr-o combinație nouă de proceduri cunoscute și nu numai a răspunde printr-o procedură stereotipizată la un semnal prestabilit [26, p. 26]. Pornind de la această definiție, B. Rey a propus a distinge trei grade de competențe:

- a) *competențe de gradul 1* sau competențe „procedurale”, care constau în a ști să execuți o operație (sau o suită predeterminată de operații) ca răspuns la un semnal (care poate fi întrebarea profesorului, un consemn sau o situație cunoscută și identificabilă fără dificultăți și ambiguități);
- b) *competențe de gradul 2*, care implică posedarea unei game de competențe elementare și cunoștințe într-o situație inedită și alegerea celor care convin. Elevul trebuie să interpreteze situația și să mobilizeze (și nu numai să aplice) procedurile adecvate;
- c) *competențe de gradul 3*, care semnifică a ști să alegi și să combini mai multe competențe elementare pentru a trata o situație nouă și complexă.

Analiza definițiilor de mai sus permite de a concluda următoarele:

1. Ceea ce permite de a distinge competența de gradul 1 (a ști să execuți) de competența de gradul 2 (a ști să alegi resursele necesare) este conceptul „mobilizare”.

2. Ceea ce permite a distinge competența de gradul 2 (a ști să alegi resursele) de competența de gradul 3 (a ști să alegi și să combini resursele) este conceptul „integrare”.

Pe baza acestor definiții a fost propus un model de evaluare a competenței în trei faze:

Faza 1. Elevului i se propune să îndeplinească o sarcină complexă, care necesită alegerea și combinarea unui număr semnificativ de proceduri (se așteaptă că aceste proceduri elevul le va dezvolta la finele unei secvențe de învățare).

Faza 2. Elevului se propune să îndeplinească aceeași sarcină complexă, însă de această dată sarcina este divizată în sarcini elementare ale căror instrucțiuni sunt explicite și aranjate în ordinea necesară pentru a trata sarcina complexă. Pentru fiecare sarcină elementară elevul este liber să determina procedura de implementare (procedura fiind aleasă din cele, pe care elevul le posedă).

Faza 3. Elevului i se propune o serie de sarcini simple decontextualizate. Aceste sarcini corespund procedurilor de bază, care trebuie mobilizate pentru a îndeplini sarcina complexă a fazei 1.

În cadrul fazei 1 profesorul identifică elevii capabili să aleagă și să combine procedurile necesare pentru tratarea unei situații complexe. În cadrul fazei 3 profesorul obține informații despre stăpânirea de către elev a procedurilor necesare pentru tratarea situației complexe. În cadrul fazei 2 elevul este ghidat în tratarea sarcinii complexe, oferindu-i-se o divizare a acesteia în etapele necesare pentru tratarea ei completă.

3. *Modelul experimental propus de M. Crahay și M. Detheux*

Pornind de la ipoteza că stăpânirea izolată a procedurilor nu este suficientă pentru rezolvarea problemelor complexe și, prin urmare, este necesară integrarea lor, cercetătorii M. Crahay și M. Detheux [27] au dezvoltat un dispozitiv experimental cu scopul de a înțelege mai profund punctele forte și punctele slabe ale elevilor la tratarea situațiilor complexe. În loc să propună elevilor sarcina complexă divizată în sarcini elementare, ca în modelul lui B. Rey, autorii menționați sugerează ideea ca evaluarea izolată a procedurilor prin sarcini independente să fie realizată în altă zi.

4. *Modelul utilizat la Catedra de matematică și informatică a USARB (V. Cabac)*

Pornind de la definiția duală a competenței și ideile formulate de J.-M. De Ketele și F.-M. Gerard, a fost propus și experimentat un model de evaluare a competențelor în două etape. Necesitatea de evalua competența în două etape poate fi explicată în felul următor: dacă elevul est plasat într-o situație complexă și el nu este capabil să trateze această situație, atunci eșecul poate fi cauzat fie de lipsa la elev a resurselor necesare, fie de incapacitatea de a utiliza resursele deținute. Evaluarea în două etape permite de a ocoli astfel de situații confuze.

La prima etapă este verificată prezența la elev și stăpânirea resurselor necesare pentru tratarea situației complexe. Dacă elevul demonstrează că el deține resursele necesare, atunci el este admis la etapa a doua a evaluării. Dacă resursele lipsesc, atunci elevul nu este admis la etapa a doua.

La etapa a doua elevul este plasat într-o situație complexă. Tratarea cu succes a situației demonstrează că elevul a dezvoltat la nivelul cerut competența respectivă.

Concluzii

Textul propus mai sus poate să dezamăgească. Dintr-o parte, noțiunea de competență nu are o definiție clară și este dur criticată, iar din altă parte, conform Codului Educației al Republicii Moldova, educația are ca finalitate principală formarea unui caracter integru și *dezvoltarea unui sistem de competențe*. Ce-i de făcut?

Opiniile cercetătorilor și profesorilor practicieni din diverse țări pot fi clasificate în felul următor:

- a) competența este o noțiune străină, atât sistemelor de învățământ general, cât și sistemelor de formare profesională. În luna ianuarie 2024 în Franța a fost lansat un apel pentru lupta contra introducerii abordării prin competențe în școli – de la grădiniță la universitate (apelul Villejean) [28];
- b) competența este un termen referitor la formarea profesională și nu are ce căuta în grădiniță și școala de cultura generală;
- c) există puncte de vedere conform cărora în școală se poate vorbi, de asemenea, despre competențe profesionale. Dacă vorbim despre „profesia” de elev, atunci pentru exersarea unei asemenea „profesii” este necesar de a deține un șir de competențe. Aceste competențe pot fi divizate în competențe de „azi” (competențe necesare pentru practicarea „profesiei” de elev) și competențe de „mâine” (competențe pe care le are absolventul școlii: pentru activitatea profesională, pentru învățarea de-a lungul întregii vieți, pentru viața personală);
- d) la nivelul claselor primare și a gimnaziului se poate vorbi despre formarea unor *deprinderi intelectuale de bază*, care vor servi pentru formarea competențelor la elevii-liceeni și în școala profesională [29];
- e) la disciplina informatica competențele pot fi dezvoltate începând cu clasa a VII.

Bibliografie

1. Codul Educației al Republicii Moldova. În: *Monitorul Oficial* nr. 319-324 art. 634 din 24.10.2014.
2. ADAMS, L. *Learning a New Skill is Easier Said Than Done*. [online]. [citat 1.10.2024]. Disponibil: <https://www.gordontraining.com/free-workplace-articles/learning-a-new-skill-is-easier-said-than-done/>.

3. MCCLELLAND, D. C. Testing for Competence Rather Than for Intelligence. In: *American Psychologist*, n° 28, 1972. pp. 1-14. ISSN 0003-066X.
4. *Definiții ale noțiunii de competență*. [online] [citată 12.04.2024]. Disponibil: <https://portalhr.ro/definitii-ale-notiunii-de-competenta/>.
5. CABAC, V. Competența – produs al activității de învățare. În: Dumbraveanu, R, Pâslaru, V., Cabac, V. *Competențe ale pedagogilor: Interpretări*. Chișinău: Continental Grup, 2014. pp. 95-155. ISBN 978-9975-9810-5-7.
6. GILLET, P., DELORME, C. *Construire la formation: outils pour les enseignants et formateurs*. Paris: ESF, 1991. 157 p. ISBN 978-2710108986.
7. GUȚU, VI., BUCUN, N., GHICOV, A [et al.]. *Cadrul de referință al curriculumului național/coord.: L. Pogolșa, V. Crudu; experți intern.: C. Fartușnic, D. P. Funeriu; Min. Educației, Culturii și Cercet. al Rep. Moldova*. Chișinău: Lyceum, 2017. 104 p. ISBN 978-9975-3157-7-7.
8. MINDER, M. *Didactica funcțională: obiective, strategii, evaluare*. Chișinău: Cartier Educațional, 2003. 360 p. ISBN 9975-79-39-1.
9. CABAC, V. Competențele-cheie și transdisciplinaritatea. În: *Tradiție și inovație în cercetarea științifică*, conferință științifică internațională (11;2022; Bălți). *Tradiție și inovare în cercetarea științifică, Ediția a XI-a: Materialele conferinței Științifice cu participare internațională din 07 octombrie 2022/comitetul șt.: Natalia Gașițoi (președinte) [et al.]; colegiul de redacție: Valentina Pritcan [et. Al.]*. Bălți: [S. n.], 2022. ISBN 978-9975-50-296-2.
10. CABAC, V., GRADINARI, O. Анализ понятий «компетенция», «компетентность» и общие подходы к их формированию. În: *Acta et Commentationes. Științe ale Educației*, nr. 3 (14), 2018. p. 12-21.
11. ROWE C. Clarifying the use of competence and competency models in recruitment, assessment and staff development. In: *Industrial and Commercial Training*, Vol. 27, n° 11, 1995. pp. 12-17. ISSN 0019-7858.
12. *Competence vs. competency*. [online]. [citată 5.04.2021]. Disponibil pe Internet: http://www.proz.com/kudoz/English/linguistics/1132142-competence_v_competency.html.
13. LE BOTERF, G. *Développer et mettre en œuvre la compétence. Comment investir dans le professionnalisme et les compétences*. Paris: Eyrolles, 2018. 304 p. ISBN 978-2212569414.
14. REY, B. *Apprendre à l'épreuve des compétences*. [online]. [citată 22.07.2021]. Disponibil: http://www.gfen.asso.fr/m/b._rey_apprendre_a_l_epreuve_des_competences.
15. CABAC, V. Definiția „duală” a competenței și etapele de formare a ei. In: *The use of modern educational and informational technologies for the training of*

- professional competences of the students in higher education institutions*, 6-7 decembrie 2019, Balti. Balti, Republic of Moldova: Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți, 2019, pp. 67-70. ISBN 978-9975-3369-3-2.
16. POTOLEA, D., TOMA, S. Conceptualizarea „competenței”: concept și implicații pentru programele de formare a adulților. În: *A III-a Conferință Națională de educație a adulților „10 ani de dezvoltare europeană a educației adulților”* (coord. S. Sava). 19-20 martie 2010. Timișoara: Editura Eurostampa, 2010. pp. 36-44.
 17. GUILLEMETTE, F. L’approche par compétences dans la programmation pédagogique. In: *Enjeux et société*, Vol. 8, n^o 2, Automne 2021, pp. 140-169. ISSN 2562-914X.
 18. PÂSLARU, V. Logică științifică și competența școlară. În: *Filologia modernă: realizări și perspective în context european: Institutul de Filologie Română „Bogdan Petriceicu-Hasdeu”: 65 de ani de la fondare*, Ed. 16, 20 octombrie 2022, Chișinău. Chișinău: Pro Libra, 2022. pp. 184-198. ISBN 978-9975-3518-8-1.
 19. DUMAY, X., MAROY, C. Trajectoire de la réforme de l’inspection en Belgique francophone. In: *Revue française de pédagogie*, 186, 2014. pp. 47-58. ISSN 0556-7807.
 20. ANDERSON, J. R. *The architecture of cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1983. 314 p. ISBN 978-0674044258.
 21. TOURMEN, C. L’évaluation des compétences professionnelles: apports croisés de la littérature en évaluation, en éducation et en psychologie du travail. In: *Mesure et évaluation en éducation*, n^o 38 (2), 2015. pp. 111–144. ISSN 0823-3993.
 22. EARL, L. M. *Assessment as learning. Using classroom assessment to maximize student learning*. Second ed. Thousand Oaks, CA: Corwin Press, 2012. 160 p. ISBN 978-1-4522-4297-2.
 23. LUPU, I., CABAC, E. *Factorii contextuali care influențează randamentul elevilor la matematică*. Bălți: Presa universitară bălțeană, 2008. 178 p. ISBN 978-9975-931-20-5.
 24. DIERENDONK, C., FAGNANT, A. Approche par compétences et évaluation à large échelle: deux logiques incompatibles? In: *Mesure et évaluation en éducation*, Vol. 37, n^o 1, 2014. pp 43-82. ISSN 0823-3993.
 25. DE KETELE, J.-M., GERARD, F.-M. La validation des épreuves d’évaluation selon l’approche par les compétences. In: *Mesure et évaluation en éducation*, Vol. 28, n^o 3, 2005. pp 1-26. ISSN 0823-3993.
 26. REY, B., CARETTE, V., DEFRANCE, A., KAHN, S. *Les compétences à l’école. Apprentissage et évaluation*. 3e édition. Bruxelles: Université de Boeck, 2012. 160 p. ISBN 978-2804171681.

27. CRAHAY, M., DETHEUX, M. L'évaluation des compétences, une entreprise impossible? (Résolution de problèmes complexes et maîtrise de procédures mathématiques). In: *Mesure et évaluation en éducation*, n° 28 (1), 2005. pp. 57-76. ISSN 0823-3993.
28. *Appel des enseignantes et des enseignants à lutter contre l'entrée de l'approche par compétences dans les écoles – de la maternelle à l'université*. [online]. [citat 2.07.2024]. Disponibil: <https://www.pontcerq.fr/wp-content/uploads/2024/01/Appel-Competences-Janvier2024-11.pdf>.
29. HADÎRCĂ, M., IAROVOI, R. Formarea de competențe – o direcție de dezvoltare a educației contemporane. În: *Studia Universitatis Moldaviae (Seria Științe ale Educației)*, 2022, nr. 5 (155), pp. 37-43. ISSN 1857-2103.

DESPRE ACTIVITATEA ȘTIINȚIFICĂ A PRIMULUI PROFESOR DIN MOLDOVA ÎN DOMENIUL DIDACTICII MATEMATICII

Laurențiu CALMUȚCHI, dr. hab., prof. univ.

<https://orcid.org/0000-0001-6665-7927>

Catedra Matematică și Fizică, UPS „Ion Creangă” din Chișinău

Rezumat. În acest articol sunt selectate direcțiile principale ale activității științifice și rezultatelor obținute de către Profesorul universitar Andrei Hariton.

Cuvinte-cheie: Cercetare, predare-învățare-evaluare, mulțime, programare, logico-mulțime.

Abstract. In this article, the main directions of scientific activity and the results obtained by Professor Andrei Hariton are selected.

Keywords: Research, teaching-learning-evaluation, crowd, programming, logico-crowd.

Profesorul universitar Andrei Hariton –om devotat științelor educației și manager al învățământului universitar este autor a peste 150 de lucrări metodico – științifice, 5 monografii, 6 manuale și 12 ghiduri metodice. Tot ce a realizat-vasta activitate didactico-științifică, sute de cadre de specialiști de înaltă calificare în matematică, pregătite atât pentru țara noastră, cât și pentru alte țări, precum și zeci de cercetători, atestați cu grade științifice-constituie Opera vieții sale, la realizarea căreia a depus multă muncă, mult suflet, talentul său de pedagog înăscut.

Conținutul și metodologia matematicii preuniversitare a fost și va rămâne una dintre problemele principale ale învățământului școlar. Matematica școlară este piatra de temelie la pregătirea pentru viață a noilor generații.

În diferite perioade istorice și în diferite țări s-au obținut rezultate mai mult sau mai puțin impunătoare în realizarea obiectivelor propuse la studierea matematicii în dependență de mai mulți factori (sociali, economici etc.). Există multe cercetări consacrate evoluției conținutului și metodologiei matematicii preuniversitare. Ne vom referi doar la unele dintre activitățile întreprinse la acest capitol în Moldova.

Începând cu anii 60 ai secolului trecut în fosta URSS, inclusiv în Moldova, a demarat vestita reformă a conținutului curricular la matematică. Această reformă a avut ca obiectiv principal modernizarea esențială a programei și metodelor de predare- învățare-evaluare a matematicii școlare. S-a reușit mult în promovarea ideilor și în Moldova. Cele realizate în această direcție au servit ca bază pentru continuarea reformei învățământului matematic începând cu anii 90 ai secolului XX în condiții noi de democratizare a învățământului.

După anii 90 s-a format o etapă nouă în dezvoltarea învățământului preuniversitar la matematică:

- S-a trecut de la programele sovietice preuniversitare la matematică la curriculumul conform exigențelor europene;
- Începând cu anul de studii 1991-1992 a luat start înlocuirea manualelor școlare la matematică traduse din rusă cu manualele editate în România;
- Apar primele manuale școlare autohtone la matematică:
 - Raischii, V.- Matematică, probleme și teste clasa a V-a, ed. Sigma, București, 1994;
 - Hariton, A.- Matematică, manual experimental pentru clasa V-a, ed. Știința, Chișinău, 1997;
 - Răileanu, A., Popa, I., Radu, C.- Matematică, clasa a V-a, ghid pentru elevi, ed. Lumina, Chișinău, 1997;
 - Hariton, A., Rolinsky, V.- Matematică (aritmetică, algebră), clasa a VI-a, ed. Lumina, Chișinău, 1998;
 - Achiri, I. și al. – Matematică, teste pentru clasa a X-a, ed. Prut Internațional, 2001;
 - Achiri, I. și al. – Matematică, manual pentru clasa a X-a, ed. Prut Internațional, 2002.
- Apar în patru volume pentru prima dată în istoria Moldovei *Metodica predării matematicii în învățământul preuniversitar*, coordonator I. Achiri, 1992, ed. Lumina;
- A fost modificat conținutul curriculumului și metodologia pregătirii cadrelor didactice la matematică în universitățile din Moldova;
- S-a efectuat trecerea școlilor medii de învățământ general la un învățământ gimnazial și liceal;
- S-a efectuat încadrarea învățământului universitar în sistemul de învățământ de la Bologna, eveniment care a influențat și învățământul preuniversitar la matematică.

Toate aceste măsuri de transformare a învățământului preuniversitar au contribuit la democratizarea procesului de instruire, la trecerea de la studierea mecanică spre însușirea creativă, logică a matematicii. S-a majorat numărul elevilor la matematică capabili de a obține locuri de frunte la olimpiadele locale și mondiale la matematică. Succesele și insuccesele studierii matematicii la ciclul preuniversitar pentru această perioadă de timp prezintă interes științifico –metodic și, sperăm că ele vor fi supuse, pe viitor, unei analize minuțioase.

Domeniile și direcțiile principale ale cercetării didactico-științifice ale Profesorului Andrei Hariton sunt următoarele:

- Conceptul logico-mulțime în predarea-învățarea-evaluarea matematicii preuniversitare;
- Calitatea pregătirii profesorilor de matematică pentru studiul preuniversitar;

- Calitatea manualelor de matematică pentru studiul preuniversitar;
- Studiul programat la matematică pentru învățământul preuniversitar și evoluția acestuia în legătură cu dezvoltarea informaticii și aplicarea ei în învățarea matematicii;
- Lucru diferențiat cu elevii dotați la matematică în cadrul orelor de curs;
- Dezvoltarea gândirii logice la elevi în procesul de rezolvare prin diverse metode a uneia și aceleiași probleme, demonstrația a uneia și aceleiași teoreme;
- Metode logice de rezolvare a unor tipuri de ecuații, inecuații și sisteme de ecuații și inecuații;
- Condiție necesară, condiție suficientă, condiție necesară și suficientă și metodologia studierii lor în cursul preuniversitar de matematică;
- Metodologia studierii elementelor de economie în cursul preuniversitar de matematică;
- Elemente de teoria probabilităților și statistică matematică în cursul preuniversitar de matematică.

Interesele științifice ale profesorului Andrei Hariton sunt destul de variate și includ cercetarea și elaborarea diverselor metode de raționalizare și perfecționare a studierii și predării matematicii și informaticii, orientate spre soluționarea problemei fundamentale a didacticii: creșterea eficienței instruirii. Activitatea profesorului universitar și școlar s-a desfășurat în condiții social-economice și tehnologice aflate în evoluție, ceea ce impune permanent modificări esențiale ale curriculumului și tuturor componentelor procesului instructiv-educativ în instituțiile de învățământ, metodele de predare – învățare-evaluare, conținuturile, finalitățile, rolul actorilor implicați în acest proces etc.

Reieșind din acest punct de vedere sunt importante următoarele probleme generale:

- Stabilirea obiectivelor operaționale de specialitate și ale celor educative în domeniul învățării;
- Determinarea conținutului materiei de studiu, în ansamblu și pe discipline;
- Divizarea materiei de studiu pe secvențe informaționale (module, teme, subteme, definiții, proprietăți, exerciții, probleme);
- Controlul asupra informațiilor dobândite;
- Elaborarea metodologiei de aplicare a tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul educațional de toate nivelurile (preșcolar, școlar, universitar, postuniversitar, formal și non-formal);
- Aplicarea principiilor psiho-pedagogice generale și a tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul educațional de toate nivelurile.

Aceste probleme generale determină următoarele sarcini actuale ale didacticii:

- Formarea, studierea și aplicarea conceptului de mulțime în cursurile preuniversitare de matematică;
- Cercetarea structurii logice a curriculumului, secvențele curriculare și a manualelor;
- Studiul elementelor de logică în cursul preuniversitar de matematică.

Unele din concepțiile tradiționale și fundamentale ale matematicii școlare sunt determinate de ideea dependenței funcționale, de ideea dezvoltării noțiunii de număr și de ideea operațiilor cu numere, ideea transformărilor identice ale expresiilor, ideea transformărilor geometrice etc. la baza acestor concepte se află noțiunile de mulțime și de puterea (cardinalul) mulțimii.

Teoria mulțimilor a fost fondată în a doua jumătate a secolului al XIX-lea de matematicianul german Georg Cantor, dar introducerea elementelor acestei teorii în cursurile preuniversitare de matematică a fost inițiată de abia către anul 1960. În fosta URSS promotori ai formării curriculumului preuniversitar la disciplinele matematice în baza conceptelor logice și de mulțime au fost academicienii A. Kolmogorov și A. Marcușevici, care erau în fruntea comisiilor respective pentru renovarea matematicii școlare din cadrul Academiei de Științe a URSS și a Academiei de Științe Pedagogice din URSS. RSSM s-a încadrat în implementarea acestor reforme curriculare. Profesorul Andrei Hariton a fost un entuziast în acest domeniu, reușind să publice un ciclu de articole, ghiduri, manuale școlare, monografii ce țin de cercetările în acest domeniu.

În particular, profesorul Andrei Hariton în cercetările sale legate de implementarea conceptelor logice și a teoriei mulțimilor a obținut un șir de rezultate importante:

- Aplicarea elementelor de logică matematică și de mulțime la determinarea structurii logice a noțiunilor fundamentale (axiomă, teoremă, teoremă directă, teoremă reciprocă, teoremă contrară, ipoteză, concluzie, reciproca teoremei, reciprocile unei teoreme care are ipoteza conjunctivă, reciprocile unei teoreme care are ipoteză disjunctivă, reciprocile unei teoreme care are ipoteza și concluzia propoziției compuse, diferite cazuri când teorema are diferite structuri logice;
- La rezolvarea ecuațiilor, inecuațiilor ce conțin modulul unui număr real și parametrii;
- La rezolvarea aceluiași exercițiu prin mai multe metode;
- O atenție specială d-ul A. Hariton acordă teoremei celor trei perpendiculare. D-lui consideră că unul din motivele însușirii insuficiente a acestei teoreme de către elevi este expunerea nereușită în plan metodic a ei în manualele școlare de matematică. Cu acest scop, Profesorul A. Hariton face o analiză profundă a celor 6 formulări diferite a acestei teoreme din manualele:

1. Achiri, I ș.a.-Matematică, manual pentru cl. X-a, Ed. „Prut Internațional”, 2002.
2. Погорелов, А. – Геометрия, учебное пособие для 6-10 классов средней школы, М., Просвещение, 1987.

3. Cuculescu, I. ș.a.- Matematică, manual pentru cl. VII-a, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1992.
4. Radu, D., Radu, E.- Matematică, Manual pentru cl. VIII-a, Ed. Terra, București, 2006.
5. Klopschii, B. ș.a.- Geometria, manual pentru clasele 9-10 ale școlii medii, Chișinău, Lumina, 1982.
6. Атанасян, А. и др. – Геометрия, учебник для 10-11 классов средней школы, М., Просвещение, 1994.

Formulările acestei teoreme se cercetează din punct de vedere a structurii logice. Pentru fiecare formulare se aduc ” plusurile și minusurile” ei. În concluzie se menționează că mai reușite formulări a teoremei date sun în [4,6]. Pe parcursul perioadei de apariție a manualelor școlare de matematică [1, 3, 4] în didactica matematicii au fost acumulate mai multe procedee reușite de studiere a teoremei celor trei perpendiculare. Concepția logico-mulțime permite a expune această teoremă, extrem de importantă în matematică, mult mai efectiv. Aceasta se referă și la expunerea a mai multor noțiuni importante din matematica preuniversitară.

Concepția logico-mulțime a început să fie cultivată de către profesorul Andrei Hariton începând cu publicarea în 1985 a manualului pentru studenți și profesori: „*Элементы математической логики*”, după care au urmat peste 20 de articole și manuale în care au fost examinate diverse aspecte ale acestui concept. Spre cultivarea acestei concepții au fost scrise mai multe teze de licență și master, teze de curs de către profesorii de matematică în perioada desfășurării cursurilor de formare continuă. Asupra concepției logico-mulțime sub conducera d-lui A. Hariton a fost susținută cu succes și teză de doctor cu tema „*Elemente de teoria mulțimilor în cursul preuniversitar de matematică*”, autor Robert Miller-Fonfara, din Germania.

Drept model de realizare în procesul de predare-învățare-evaluare a matematicii a concepției logico-mulțime, a metodologiei contemporane sunt considerate manualele școlare experimentale: Matematică (manual experimental pentru clasa V-a, ”Stiința”, 1997, 28,38 c. t. și Matematică (Aritmetică, Algebră) clasa a VI-a, ”Lumina”, 1998, 16, 5 c. t. (coautor Rolinsky).

Să menționăm principalele lucrări la disciplinele matematice în baza conceptelor logice și de mulțime:

- Элементы математической логики, Кишинев,1985 (a fost recomandată spre publicare și implementare de Ministerul Învățământului din URSS);
- Elemente de logică matematică, Chișinău, 1992;
- Элементы математической логики, Тирасполь, 1990;

Rezultate fundamentale la problemele formulate mai sus în cadrul Didacticii Matematicii au fost obținute de Profesorul A. Hariton în procesul de pregătire a cadrelor didactice naționale. Aceste rezultate se aplică la cursurile Didacticii Matematicii predate

viitorilor profesori de matematică, la cursurile opționale și la cele de formare continuă a cadrelor didactice. Tematica ce ține de implementarea conceptelor logice și a teorii mulțimilor a fost permanent promovată de d-l A. Hariton studenților, masteranzilor și doctoranzilor. Menționăm că în ultimii ani de existență a URSS lucrările științifice ale studenților Facultății de Fizică și Matematică a Universității Pedagogice din Tiraspol au ocupat locuri de frunte la diferite concursuri republicane. Studenții facultății au participat cu succes și la concursul unional, având ca *temă de cercetare elemente de logică și mulțimi în matematica claselor primare și celor gimnaziale*.

Programarea liniară constituie un capitol important al cercetărilor operaționale, cu largă aplicare în practică. Inițial instruirea programată a fost fundamentată, din punct de vedere general, în baza postulatelor psihologiei behavioriste, îndeosebi, în baza teoriei condiționării operante a lui B. F. Skinner. Această descoperire a făcut posibilă aplicarea ciberneticii și informaticii moderne în procesul pedagogic.

Programarea liniară a fost dezvoltată din punct de vedere psiho-pedagogic în lucrările lui Skinner. În anul 1954 el a propus următoarea structură de proiectare a secvențelor de instruire:

- Informarea elevului;
- Prezentarea sarcinii didactice;
- Rezervarea spațiului și a timpului necesar pentru îndeplinirea sarcinii;
- Oferirea variantei de răspuns corect, necesar pentru evaluarea fiecărui „pas” din rezolvarea problemei.

Parcurgerea „unui pas” implică parcurgerea unea sau mai multor secvențe de instruire. Reușita elevului presupune întărirea pozitivă a răspunsului, care susține trecerea la un nou pas de instruire. Mai târziu, după anul 1970, N. A. Crowder a dezvoltat conceptul de programare ramificată care prezintă o variantă a noțiunii generale de programare sau optimizare neliniară, care prevede acțiuni suplimentare de corectare în cazul unui răspuns negativ.

O realizare importantă a profesorului Andrei Hariton o constituie monografia: „*Элементы безмашинного программированного обучения математике в средней школе*”, Știința, Chișinău. 1972.

În această lucrare a fost propus, pentru prima dată în fosta URSS, un studiu complex al metodei instruirii programate a matematicii în învățământul preuniversitar. Acest studiu a fost o continuare și o aprofundare a tezei de doctorat” Studiul programat în predarea-învățarea- evaluarea matematicii”, susținută cu succes de d-l Hariton în anul 1966 și care completa armonios principiile generale skinneriene ale învățământului programat. Nu întâmplător teza a fost susținută la Kiev: pe atunci Kievul era centrul principal de cercetări științifice din URSS în domeniul ciberneticii și aplicațiilor ei.

Studiul instruirii programate liniare și neliniare a matematicii în învățământul preuniversitar a fost continuat într-o serie de articole științifice și în monografia: *„Программированное обучение математике”*, Кишинев. 1976.

În anul 2013, sub conducerea Profesorului Andrei Hariton a fost susținută teza de doctor în pedagogie (la didactica matematicii) cu tema „ Metodologia efectuării evaluării în studierea cursului de programare în universitate”, autor Tatiana Velicova, Autonomia Găgăuză.

Suntem siguri că dezvoltarea vertiginoasă a informaticii din ultimii ani va contribui la o revenire la cele propuse în domeniul studiului programat la matematică și, prin urmare, rezultatele cercetărilor Profesorului Andrei Hariton vor fi solicitate și în viitor. Studiarea posibilităților Sistemelor Informaționale în procesul de educație sunt la o etapă inițială și promit rezultate frumoase.

Pe parcursul activității didactico-științifice, Profesorul Andrei Hariton a acordat o atenție deosebită dezvoltării învățământului matematic în general și, în particular în Moldova. În anul 2007, sub conducerea d-lui A. Hariton a fost susținută teza de doctor în pedagogie (la didactica matematicii) cu tema *„Învățământul matematic în Moldova: Secolul XV-lea-începutul secolului XX-lea”*, autor Ion Cojocar.

Idea introducerii în curriculumul preuniversitar la matematică a noțiunilor elementare din teoria probabilităților și statisticii matematice nu e nouă pentru învățământul universitar. Dezvoltarea rapidă a informaticii din ultimul timp, necesitatea pregătirii elevilor către viață a contribuit la includerea în gimnaziu și liceu a temei menționate. Pentru Profesorul A. Hariton acest eveniment a fost așteptat, deoarece, conceptul logico-multime este corelat cu conceptul probabilitate-statistică. Respectiv, la aceste concepte au fost publicate mai multe lucrări, printre care și manualul:

„Teoria probabilităților și statistică matematică” (pentru studenți, profesori din licee și colegii), UST, 2009.

În anul 2012 sub conducerea d-lui Hariton a fost susținută teza de doctor *„Metodologia studierii elementelor de teorie a probabilităților și statistică matematică”* de către Liliana Antonescu, România.

În anul 2014 sub conducerea Profesorului A. Hariton a fost susținută teza de doctor în pedagogie (la didactica matematicii) cu tema *„Metodologia studierii problemelor cu conținut economic în matematică”*, autor Raisa Covricova, Autonomia Gagauză.

Actualitatea conceptelor logice și a teoriei mulțimilor, precum și conceptul de probabilitate și de statistică au fost evidențiate în mod deosebit la diverse foruri internaționale ale matematicienilor și pedagogilor din domeniu.

O atenție deosebită Profesorul Andrei Hariton acorda elevilor dotați în matematică. Pentru acești elevi au fost publicate mai multe articole și culegeri de probleme, printre care:

„*Să judecăm logic*” (culegere de probleme dificile pentru clasele I-IV-a), Chișinău, Liceum, 2002, 6c.a.

„*Exerciții și probleme pentru concursuri*” cl. I-VI-a, Prut Internațional, Chișinău 2004, 5, 6c.a.

Preocupările în domeniile științelor psiho-pedagogice nu pot fi separate de tendințele procesului educațional și ale învățământului de orice nivel (preșcolar, școlar, universitar, postuniversitar etc.).

Unul din interesele științifice ale Profesorului A. Hariton ține de pedagogia școlii superioare. Din inițiativa d-lui A. Hariton, fiind prorector pentru activitatea științifică, în 1976 a fost inițiată de Ministerul Învățământului a RSSM editarea culegerii de articole interuniversitare cu privire la Pedagogia Școlii Superioare. Dumnealui a fost numit redactor științific al acestor ediții. Sub redacția d-lui A. Hariton au fost colectate, redactate științific și publicate mai multe culegeri Republicane de articole axate pe pregătirea efectivă a profesorilor pentru studiul preuniversitar, printre care:

Căile de ridicare a eficienței pregătirii profesorilor, Știința, Chișinău, 1977;

Ridicarea eficienței procesului de instruire în școala superioară, Știința, 1988;

Mijloacele tehnice în școala superioară, Știința, Chișinău, 1979;

Organizarea activității științifice de cercetare în școala superioară și influența ei asupra pregătirii specialiștilor, Știința, Chișinău, 1982;

Problemele formării concepției despre lume la studenți, Știința, Chișinău, 1983;

Rolul factorilor sociali și psiho-pedagogici în activitatea școlii și a întreprinderilor gospodărești în educarea prin muncă a elevilor, Timpul, Chișinău, 1985;

Influența Asociațiilor Științifice Studențești asupra dezvoltării creative a studenților, Știința, Chișinău, 1987.

Aceste culegeri de articole au avut o deosebită importanță în perioada respectivă privitor la eficientizarea pregătirii specialiștilor și cadrelor didactice de înaltă calificare. În anii 80 ai secolului trecut Profesorul A. Hariton a fost Președinte al Consiliului Republican și membru al Consiliului Unional pentru activitatea științifică a studenților în domeniul științelor pedagogice. Datorită activității desfășurate de A. Hariton în funcțiile numite s-au intensificat și ameliorat cercetările studențești, au fost organizate conferințe republicane studențești în domeniul științelor pedagogice. Încă la sfârșitul anilor 60 Profesorul A. Hariton fiind decan al facultății de Fizică și Matematică, împreună cu conferențiarul universitar P. Romanico, au creat un Birou Studențesc de Construcții în cadrul Institutului Pedagogic de Stat din Tiraspol, care deveniseră și un centru republican de pregătire a materialelor didactice.

În anul 1998 la 22 octombrie în Universitatea de Stat din Tiraspol (cu sediul în municipiul Chișinău) a fost creat un seminar științific pe probleme actuale ale didacticii și psiho-pedagogiei matematice. Activitatea acestui seminar a permis ca la 24 aprilie 2000 să

se organizeze doctoratul și la specialitatea 13.00.02-Teoria și metodică instruirii (științe reale), iar în 2004 a apărut în cadrul universității posibilitatea susținerii tezelor de doctor la specialitatea 13.00.02-Teoria și metodologia instruirii (pe discipline)). La propunerea Senatului Universității, Președinte al Seminarului a fost numit Profesorul A. Hariton. *În cadrul acestui seminar au fost examinate, apoi susținute în Consiliu și, în final, confirmate de Consiliul Național pentru Acreditare și Atestare peste 40 de teze de doctor în pedagogie. Acesta este un rezultat apreciabil (lucrări respinse nu au fost).*

Cele expuse anterior sunt o dovadă incontestabilă a faptului că Profesorul A. Hariton, personalitate marcantă a vieții științifice și universitare din Republica Moldova, a contribuit esențial la dezvoltarea științelor educației și, în special, a Didacticii Matematicii și Informaticii. Este incomensurabil aportul său la formarea, evaluarea și perfecționarea profesorilor de matematică din țară, la consolidarea și aprofundarea relațiilor de colaborare între diverse centre științifico-metodice din țară și de peste hotare.

Comunitatea științifică a apreciat înalt meritele științifice și organizatorice ale profesorului Andrei Hariton: în anul 1986 i s-a decernat titlul didactico- științific de profesor universitar, devenind primul cu acest titlu în Moldova în domeniul didacticii matematice, este Om Emerit, este decorat cu ordinele „Gloria Muncii” și „Insigna de Onoare”, „Medalia de aur” a Prezidiului Academiei Internaționale de management, Ucraina, Kiev și peste 10 de alte decorații guvernamentale și obștești.

Bibliografie

1. CALMUȚCHI, L. Omul valorilor eterne. *Profesorul universitar, rectorul Andrei Hariton*. Chișinău: S. n., 2013 (Tipogr. AȘM), 220 p.
2. CALMUȚCHI, L., BARBĂNEAGRĂ, A. Nanocenar cu nume de legendă-Andrei Hariton. *Făclia*, 24 februarie 2023, Nr.7 (3739).
3. CIOBANU, M. Profesorul Andrei Hariton sau o viață dedicată educației. *Profesorul universitar, rectorul Andrei Hariton*. Chișinău: S. n., 2013 (Tipogr. AȘM), 220 p.
4. HARITON, A. Memoriu de activitate a profesorului A. Hariton. *Profesorul universitar, rectorul Andrei Hariton*. Chișinău: S. n., 2013(Tipogr. AȘM), 220 p.

STEM: EXPECTS AND RESULTS**Andrey DAVIDENKO**, dr. (habil.), prof.<https://orcid.org/0000-0003-1542-8475>Chernigov Regional Institute of Postgraduate Pedagogical Education
named after K. D. Ushinsky, Chernigov, Ukraine

Abstract. The article is devoted to the problem of introducing STEM approaches into the educational process in natural sciences. The problem is not fresh and has managed to accumulate false ideas that hinder it. It is for this reason that the author makes a detailed analysis of it and tries to show the results obtained in a concise text.

According to the author of the text, the main thing in STEM approaches is their research and engineering components. The first of them follows from the features of the natural sciences, and the second is a logical step showing their potential for industrial development, environmental protection and much more. The author draws conclusions based on his scientific research and many years of pedagogical work in schools and higher education institutions.

Keywords: STEM, training, development, research, engineering.

Rezumat. Articolul este dedicat problemei introducerii abordărilor STEM în procesul educațional la disciplinele științelor naturale. Problema nu mai este nouă și a reușit să acumuleze idei false care interferează cu ea. Tocmai din acest motiv autorul face o analiză detaliată a acestora și încearcă să arate concis rezultatele obținute.

Aspectul cel mai important în abordările STEM, conform autorului textului, sunt componentele lor de cercetare și inginerie. Prima dintre ele decurge din caracteristicile științelor naturii, iar a doua este o etapă logică care arată capacitățile lor pentru dezvoltarea industriei, protecția mediului și multe altele.

Autorul face concluzii pe baza cercetărilor sale științifice și a multor ani de activitate didactică la școală și instituții de învățământ superior.

Cuvinte cheie: STEM, învățare, dezvoltare, cercetare, inginerie.

Introduction

Any innovative idea is valuable for its final result. In any branch of industry, medicine, and, of course, education. Otherwise, why introduce anything new? And if in industry this concerns increasing the quantity and quality of manufactured products, reducing their metal consumption, reducing energy consumption, reducing working hours, etc., then in education we should talk about the quality of training and development of students, about the development of higher-quality didactic tools. At the same time, we should not follow the path that requires the intensification of the work of teachers, but on the contrary, strive to improve the conditions for their professional activity, reduce the costs of effort, energy and, of course, time required for it. The teacher will be able to use the time freed up in this way to improve his professional level, engage in active recreation, sports or relevant creative activities.

We often observe completely opposite actions and results. A lot of effort, energy, and resources are spent on implementing innovation. The teacher has to abandon the existing paradigm and the experience accumulated over many years. This is especially difficult for teachers with extensive experience. They have to give up what they acquired during their education and subsequent practical work. At the same time, there are cases when untested, untested innovations not only do not bring tangible results, but, on the contrary, reduce the academic achievements of students. Based on this, we must also be careful about introducing into the educational process what is designated by the acronym STEM.

Results and discussion

I will say right away that after the fascination with the new and immediately fashionable, exciting consciousness of representatives of education acronym STEM, it began to be actively introduced into pedagogical practice. Moreover, the introduction was on a large scale. In all classes of general educational institutions, schools of the new type, in all courses of higher educational institutions they talked about this STEM, giving it the meaning of a mysterious force that will immediately solve many problems of our "stagnant, ossified, conservative" education. A corresponding term emerged: STEM education. Words and expressions such as "transdisciplinarity", "integration", "overcoming the isolated introduction of educational subjects", "orientation towards an activity-based approach in teaching", "sustainable development", etc. encouraged the young teacher, instilling in his mind the conviction that finally The results of his work will lead to the development of science, production and society as a whole in the country. The older generation of teachers perceived STEM education with caution (they would have to work on themselves), but without much enthusiasm, knowing that "fashion is something that goes away as quickly and imperceptibly as it appears". And they had already seen so many innovations! Although they called it all a little differently...

It should be noted that as this line of work developed, STEM acronyms appeared: STEAM, STREAM and others. Proposals arose for a free interpretation of the original two concepts, which, in the opinion of such "innovators", would increase their capabilities. I outlined this in the article [6].

There are also critical articles regarding STEAM. An example is the article by XANTHOUDAKI, MARIA. From STEM to STEAM (education): a necessary change or 'the theory of whatever'? [2]. However, the scientific analysis of all this initially did not go beyond scientific conferences and publications. At the same time, local education organizers continued to require teachers of all grades and subjects to conduct STEM lessons, STEM teachers appeared in educational institutions, and numerous STEM events began to be held, such as STEM competitions [9].

After such a seething activity of teachers and organizers of the educational process, reminiscent of the active work of tunnel builders, depicted in the work of the same name by Bernhard Kellermann, it remains only to ask the question: "And what are the results of this work?" The question is more than natural... Isn't it?

It should be noted that over time, the intensity of activities to introduce STEM into pedagogical practice has cooled somewhat. The expression STEM education has become less common, returning to the originally proposed one - STEM approaches in education. Only what yielded results in the training and development of students remained in the curricula.

The Concept of Natural Science and Mathematics Education (STEM Education) of Ukraine already more clearly reflects its content and purpose. In particular, it notes that natural science and mathematics education (STEM education) is an integrated system of natural science and mathematical educational branches, the purpose of which is the development of personality through the formation of competencies, a natural science picture of the world, worldview positions and life values using a transdisciplinary approach to teaching scientific, mathematical, technical and engineering knowledge to solve practical problems for the further use of this knowledge and skills in professional activities [8]. It can be assumed that such a broad understanding of STEM comes from documents concerning the content of the education system in the country.

It is noteworthy that the concept does not mention the humanities at all. This is how it was originally proposed. STEM groups scientific subjects [3], and all the others are united by the acronym HASS [1].

What positive things can we take from STEM for our education? This is a subjective opinion, but it has proven itself well in practice. It is partly reflected in the author's articles, in particular those published in scientific collections of the Institute for Modernization of Educational Content of the Ministry of Education and Science of Ukraine [6, 7].

The idea of students gaining knowledge through their own scientific research is not new and at one time it was already implemented in pedagogical practice. Although, over time, due to certain reasons, it turned out to be unclaimed. Now we have the opportunity to return back. As is known, in the acronym under consideration it is designated by the letter S.

It is possible to involve students in research activities already in elementary school. For example, when introducing them to natural phenomena, you can look at a photograph of a rainbow (fig. 1). If someone notices that in the lower arc of the rainbow the red color is at the top, and in the second at the bottom, this can turn into an interesting research project with the tentative title "Distribution of colors in rainbow arcs". In order to make sure that this is the case in other rainbows, the student should download a certain number

of similar images from the appropriate electronic resources (it is very difficult to obtain a series of rainbow photos on your own). Their analysis will allow you to draw the appropriate conclusion. If a high school student undertakes such research, we have the right to expect him to explain this distribution of colors.



Figure 2. Two rainbow arcs

It is interesting that familiarization with this photograph will allow formulating the topic of the next research project. It can be given the following name: "Study of the distribution of brightness of areas of the sky during a rainbow." Again, as a result of analyzing a series of similar photographs, a junior school student, using the observation method, will be able to draw a conclusion only about the distribution of the brightness of the sky, and a senior school student will try to establish the causes of this phenomenon..

The technologies designated by the letter T in our acronym should be understood not only as information and communication technologies, but also as technological processes of production. We will not dwell on them for the reason that previously they were understood as polytechnic education and it is widely known to teachers and is well reflected in the methodological literature [10].

Engineering (the letter in the acronym STEM) deserves more attention. Unlike familiarization with existing technologies, here we are talking about creating a new, original product (a technical device, a method for achieving a positive effect in a technological process, a chemical substance, etc.). Already known technical devices and technologies are yesterday and today. But we must teach the student to see the future. As is known, new technology is created in the course of human inventive activity.

Our experience has shown that students are capable of inventing serious technical devices and technologies. Although, in order to achieve the development of their creative

abilities, it is necessary to start with their performance of simple tasks. Teachers should remember that we work not with technology, but with a person. We do not set ourselves the task of making serious inventions, we must develop the ability to invent in our students!

As an example, I will cite the creation and production of a sundial with an interesting scale by students of the Krasnoselsky Lyceum in the Borznyansky District of the Chernigov Region (Fig. 2). The device known to mankind has received an improved scale. As if it is not so useful, but it amazes with the creativity of the students.



Figure 2. A sundial with a message scale

Pedagogical practice knows many cases of students creating original technical devices and technologies. These include a cordless electric iron, various types of wind engines (fig. 3), an external combustion engine, and a new one that allows one to obtain electricity, an exercise bike, tripods for photo and video cameras, lighting systems for highways remote from power lines, etc.



Figure 3. A working model of a wind turbine by Maxim Dmitrenko and Elena Pyankova

Despite the positive aspects of the discussed approaches in education, it should be taken into account that, as with everything else, it is necessary to take into account other factors that influence the educational process. The process needs optimization [4].

In conclusion, I will say that STEM and STEAM approaches will always be important for the education system. However, it is necessary to take the most useful from them, leaving room for other innovations. After all, artificial intelligence is already really crossing the threshold here. Scientists and practicing teachers will have to work hard to resist those people who see it as the salvation of humanity, and first, of course, to distract the attention of school and university teachers from work focused on the education and development of younger generations of people [5].

Conclusions

STEM and STEAM approaches to teaching natural science subjects have brought a certain system to it. Teachers have become more clear about what is required of them and what they should give to their students. A special place here belongs to familiarizing students with the methods of scientific research, as well as developing their creative (inventive) abilities.

STEM and STEAM approaches in education require further scientific analysis, as well as the development of appropriate teaching aids and methodological recommendations for teachers.

References

1. General Education: Core & Humanities, Arts and Social Sciences (HASS) 24 credits required: 12 credits from Core & 12 credits from HASS 2018-2019. – URL: <https://www.mtu.edu/registrar/pdfs/core-and-hass-list-18-19-v2.pdf>. (application date: 18.10.2024). [in English].
2. XANTHOUDAKI, M. From STEM to STEAM (education): a necessary change or 'the theory of whatever'? Spokes, No, 28. march 2017. – URL: https://www.researchgate.net/publication/315893720_From_STEM_to_STEAM_education_A_necessary_change_or_'the_theory_of_whatever' (application date: 18.10.2024). [in English]
3. HEATHER B. GONZALEZ, JEFFREY J. KUENZI. Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer. URL: <https://sgp.fas.org/crs/misc/R42642.pdf>. (application date: 18.10.2024). [in English].
4. БАБАНСКИЙ, Ю. К. *Оптимизация учебно-воспитательного процесса: методические основы*. Ю.К. Бабанский. Москва: Просвещение, 1982. 192 с. [in Russian].

5. Вчені встановили, як ChatGPT впливає на навчання дітей. Електронний ресурс. [Електронный ресурс] URL: <https://internetua.com/vcseni-vstanovili-yak-chatgpt-vplivaye-na-navcsannya-ditei> (дата звертання 18.10.2024). [In Ukrainian].
6. ДАВИДЕНКО, А. А. Дослідницька складова STEM. *Нові технології навчання: збірник наукових праць. ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти»*. Київ, 2023. Вип. 97. с.51-57. <https://doi.org/10.52256/2710-3560.97.2023.97.06> [In Ukrainian].
7. ДАВИДЕНКО, А. А. Інженерний складник STEM. *Нові технології навчання: збірник наукових праць. ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти»*. Київ, 2024. Вип. 98. с.50-57. <https://doi.org/10.52256/2710-3560.98.2024.98.06> [In Ukrainian].
8. Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-p/print#n8> (дата звертання: 18.10.2024).
9. Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2024/2025 навчальному році. – URL: <https://drive.google.com/file/d/1M7EGKUxciCGup4wn5XogNNpsjL3kEIY/> (дата звертання 18.10.2024). [In Ukrainian].
10. Политехническое образование и профориентация учащихся в процессе преподавания физики в средней школе. / А. Т Глазунов, Ю. И. Дик, Б. М. Игошев и др.; под ред. А. Т Глазунова, В. А. Фабриканта. – М.: Просвещение, 1985. 159 с. [in Russian].

PROJECT-BASED LEARNING INTEGRATED STEAM TO INCREASE STUDENTS LEARNING

Larisa DUNAI, PhD, associate professor

<https://orcid.org/0000-0002-5076-0695>

Isabel SEGUI VERDÚ, eng, lecturer

<https://orcid.org/0009-0009-5976-3348>

Universitat Politècnica de València

Rezumat. Acest articol prezintă un studiu de 3 ani privind învățarea bazată pe proiecte în cadrul STEAM. Abordarea a integrat cunoștințele dobândite în cadrul cursului și cercetării, demonstrând capacitatea de învățare și motivație a studenților în dezvoltarea prototipurilor. Natura interdisciplinară i-a obligat pe studenți să învețe dincolo de domeniile lor de interes, inclusiv programarea hardware și anatomia corpului uman. Interacțiunea cu utilizatorii finali a oferit feedback valoros și le-a sporit motivația de a îmbunătăți proiectele. Rezultatele demonstrează eficiența acestei metode în cultivarea unei învățări mai profunde, gândirii critice și inovației prin aplicații practice.

Cuvinte cheie: învățare bazată pe proiecte, învățare interdisciplinară, exoschelet, motivație, gândire critică.

Abstract. This article presents a 3-year study on project-based learning within a STEAM framework. The approach integrated course knowledge and research, showcasing students' learning capacity and motivation in prototype development. The interdisciplinary nature required students to learn beyond their fields, including hardware programming and human anatomy. Interaction with end users provided valuable feedback and enhanced their motivation to refine their projects. The results demonstrate the effectiveness of this method in fostering deeper learning, critical thinking, and innovation through real-world applications.

Keywords: project-based learning, interdisciplinary learning, exoskeleton, motivation, critical thinking.

Introduction

The primary objective of education is to equip students with the knowledge and skills necessary for effective decision-making. At the university level, self-directed learning fosters competencies essential for academic and professional success, with project-based learning (PBL) playing a pivotal role [1]. PBL enhances skills in project management, leadership, critical thinking, and hands-on experience.

In response to the societal demand for education, universities increasingly adopt specialized, modular degree programs that emphasize STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) [2]. This interdisciplinary approach promotes adaptability and real-world problem-solving, significantly boosting student motivation and knowledge retention by allowing them to apply theoretical concepts in practical situations.

This educational shift aligns with global trends, integrating real-world applications into curricula to foster innovation and prepare students for real life. To address challenges in student motivation, a multidisciplinary PBL program has been implemented, enhancing

student engagement and interest. This program encourages collaborative learning, enabling students to tackle real-world problems while developing critical skills such as problem-solving and teamwork.

This article details the program's implementation and provides a comprehensive evaluation of its impact on three distinct student groups, illustrating the effectiveness of PBL in preparing students for the complexities of the modern workforce through qualitative and quantitative analyses.

Project-based learning

Project-Based Learning (PBL) is an educational approach that engages students in active learning by completing specific, real-world projects [3]. This method fosters interdisciplinary knowledge by immersing students in challenges relevant to their field of study, allowing them to integrate theoretical concepts across subjects. PBL emphasizes experiential learning, where students work towards a tangible outcome, such as a prototype or solution [4].

Students participate in various activities, including exhibitions and competitions, to enhance their learning experience. Projects can originate from faculty, companies, or social organizations and often involve direct contact with clients or end users. This interaction gives students valuable feedback and insights into real-world applications, helping them refine their ideas and improve project outcomes [5].

By working on real-life problems, students develop critical thinking, problem-solving, and decision-making skills while gaining a deeper understanding of user requirements and industry needs. This hands-on approach not only meets academic goals but also prepares students for professional environments, equipping them with the practical skills and analytical mindset essential for success in their future careers.

Lower limb exoskeleton for elderly people

This study aims to engage students in developing a lower-body exoskeleton designed to assist elderly individuals. The focus is on creating a cost-effective, user-friendly device. The project involves interdisciplinary collaboration among students from various fields, including business management, product design, computer science, mathematics, engineering, and biotechnology. This approach enhances students' understanding of biotechnology and its potential to improve the quality of life for the elderly through innovative solutions.

The project targets 3rd and 4th-year students who have completed foundational and specialized courses. Proposed by the supervising tutor, the exoskeleton project serves as a practical application of the students' accumulated knowledge integrated within the European Project Semester (EPS). Over the course of the semester, students combine

academic learning with real-world product development, mirroring a professional working environment. Weekly meetings with the tutor provide regular feedback to ensure progress, while access to specialized labs and workshops supports hands-on prototyping.

A key element of the project is teaching students the full product development lifecycle, from concept to commercialization. Students learn to create work plans, define product requirements, and navigate the complexities of launching a product. This real-world experience builds their skills in project management, teamwork, critical thinking, and problem-solving while emphasizing the value of multidisciplinary collaboration.

The project begins with an extensive literature review on lower-body exoskeletons, requiring students to analyze scientific and commercial articles. They classify existing technologies based on design, cost, ergonomics, and stages of development, producing a comprehensive report that evaluates their advantages and drawbacks. This research is complemented by visits to senior care centers, where students gain first-hand insights from professionals and elderly users, providing crucial real-world data to inform the exoskeleton's design.

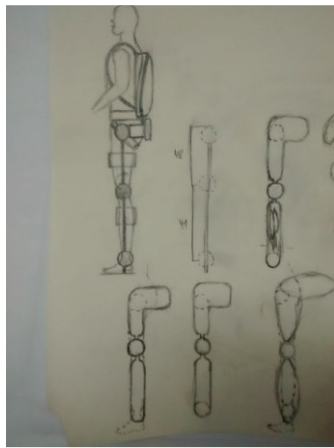
Following the research phase, students define the technical and user requirements for the exoskeleton prototype through brainstorming sessions. This collaborative process helps prioritize project objectives, ensuring alignment with both scientific rigour and practical demands. Students propose technological solutions, which are refined through discussions with the tutor in iterative meetings.

This project-based approach equips students with both theoretical knowledge and practical skills, enabling them to develop a functional exoskeleton prototype that meets the specific needs of elderly users. By tackling real-world challenges, the program enhances their ability to apply scientific knowledge in complex problem-solving, preparing them for interdisciplinary roles in biotechnology, healthcare, and related fields. The study not only contributes to students' academic growth but also fosters innovation, preparing them for future success in their careers.

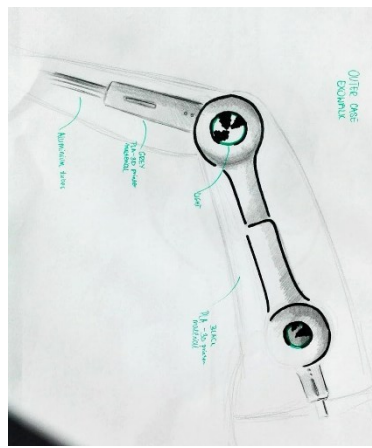
Results

The three exoskeleton development projects were carried out in 2017, 2018, and 2023. Each team initiated their work after receiving foundational ergonomic design and hardware programming knowledge. Throughout the course of the projects, the designs evolved, with significant modifications made to improve their ergonomic performance. Figure 1 depicts the prototype's design, which underwent continuous refinement, while Figure 2 illustrates the final prototypes developed by each team and presented during the course's final assessment.

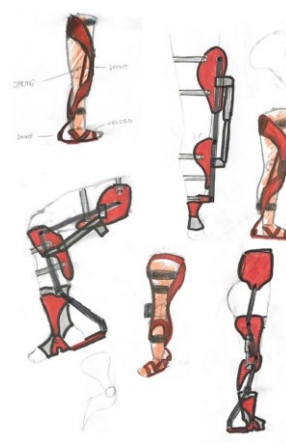
The evaluation criteria focused on the originality and feasibility of the project concepts, the development process, and the extent to which a functional prototype was achieved.



Project 2017



Project 2018



Project 2023

Figure 1. Initial sketches of the three projects



Project 2017



Project 2018

Project 2023

Figure 2. Final exoskeleton prototypes

As demonstrated in Figure 2, the first team adopted a highly mechanical approach. To optimize actuator strength and reduce the number of actuators needed, the team developed a gear system integrated within the femur and tibia supports. The joint mechanisms were inspired by the steering system of a car. However, the design presented notable challenges. Each gear required a separate attachment to the exoskeleton structure, introducing complexity. Furthermore, the prototype failed to meet one critical requirement: adjustability. The design lacked the capability to accommodate users of different heights, which is essential for a functional exoskeleton.

The second team addressed the adjustability issue by creating a more ergonomic design. They incorporated bearings into the joint system to allow smoother flexion and extension. The structural framework of the exoskeleton consisted of aluminium rods, which included a mechanism for adjusting the length between the femur and tibia. Their design approach was commendable, addressing the ergonomic and adjustability requirements. However, the team encountered an issue with the selection of bearings. The bearings they used were too large, each weighing approximately 1 kilogram. This excessive

weight, combined with underpowered actuators, resulted in a prototype that was too heavy and incapable of lifting the leg effectively.

The third team designed their exoskeleton using linear actuators and achieved a structurally sound and functional design. They significantly reduced the overall weight of the prototype by selecting thinner bearings for the joints, which improved its mobility. However, like the first team, they could not adjust the exoskeleton for different heights, leaving a critical design requirement unmet.

Overall, the projects demonstrate a progression in design thinking and problem-solving, with each team learning from and addressing previous challenges. The evolution of the prototypes highlights the balance between mechanical complexity, weight optimization, and ergonomic adaptability, which are crucial factors in the successful development of assistive exoskeletons. Future work will focus on resolving the remaining challenges, particularly the integration of adjustability and further weight reduction, to meet the functional demands of the user population.

Conclusions

The most effective way to boost student interest in STEAM studies is through project-based learning (PBL). In this approach, the professor guides, while students actively explore end-user requirements and adapt prototype development to current technology and materials. PBL fosters critical thinking, decision-making, and problem-solving, enabling students to overcome obstacles throughout the project. This hands-on experience enhances their ability to tackle real-world challenges while deepening their engagement in their studies.

References

1. FLEMING, D.S. *A Teacher's Guide to Project-Based Learning*, ERIC: Blue Ridge Summit, PA, USA, 2000.
2. BYBEE, R.W. *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. NSTA press: Arlington, VA, USA, 2013.
3. GARCÍA GONZÁLEZ, M., VEIGA DÍAZ, M.T. Guided Inquiry and Project-Based Learning in the field of specialised translation: A description of two learning experiences. *Perspectives*, 2015, 23, 107–123.
4. MERGENDOLLER, J.R., THOMAS, J.W. *Managing project-based learning: Principles from the field*. Retrieved June 2005, 14, 2005.
5. DUNAI, L., ANTONINO-DAVIU, J.A., SAVA, L., FUENTES-DURÁ, P. Experiences on Project Based Learning Education. 2023 *IEEE 10th International Conference on E-Learning in Industrial Electronics (ICELIE)*. 1-6. 2023.

AUGMENTING THE USER EXPERIENCE OF TOUCH INPUT WITH VIBROTACTILE FEEDBACK

Mihail TERENTI, PhD., researcher

<https://orcid.org/0000-0001-7425-7632>

MintViz Lab, MANSiD Research Center,

Ștefan cel Mare University of Suceava, Suceava, Romania

Touch input has changed how we interact with digital content presented on various displays. The interaction has become more intuitive, allowing users to manipulate content more directly and naturally, significantly increasing user performance for a wide range of applications. In education, it has allowed diversification of educational resources in classrooms by adopting diverse touch-based devices, such as large touchscreens, interactive whiteboards, or virtual reality (VR) headsets. Despite the higher engagement compared to traditional learning, touch interactions can be further perfected by integrating vibrotactile feedback as part of a multimodal approach. Herein, I will present the results of several studies conducted to evaluate the User Experience (UX) of touch input augmented with vibrotactile feedback delivered on different body parts, increasingly farther from the point of interaction with the touchscreen. The results show that at the arm level, the users prefer to receive vibrotactile feedback on locations very close to the interaction point, such as the finger or wrist. However, in scenarios concerning the whole body, other body locations, e.g., the abdomen, emerge where vibrotactile feedback has a positive impact on the UX of touch input.

Keywords: touch input, vibrotactile feedback, touchscreen, User Experience.

Section I.

**Inter/transdisciplinary approaches
in the study of mathematics
(STEAM concept)**

Secția I.

**Abordări inter/transdisciplinare
în studierea matematicii
(concept STEAM)**

MODELING OF BROKEN LINES THROUGH DRONES

Dorin AFANAS, PhD., associate professor

<https://orcid.org/0000-0001-7758-943X>

Arina BRIGALDA, student, IV year, I cycle

<https://orcid.org/0009-0000-2600-2360>

Abstract. The modern world cannot do without new technologies and innovations. The transition to the use of high technologies and the technology corresponding to them is the most important link in the scientific and technological revolution at the current stage. Innovation allows us to carry out more productive didactic activities in the teaching-learning-assessment process of mathematics.

This article investigates the problem of modeling broken lines by means of drones, since the broken line can be viewed as a flight path of an unmanned aerial vehicle. Patterns of the irregular hexagon, regular octagon, and open broken line are shown.

Keywords: broken line, trajectory, drone, flight, Scratch.

Rezumat. Lumea modernă nu se poate lipsi de noi tehnologii și inovații. Trecerea la utilizarea tehnologiilor înalte și tehnologia corespunzătoare acestora este veriga cea mai importantă în revoluția științifică și tehnologică la etapa actuală. Inovația ne permite să realizăm activități didactice mai productive în procesul de predare-învățare-evaluare a matematicii.

În prezentul articol se cercetează problema modelării liniilor frânte prin intermediul dronelor, deoarece linia frântă poate fi privită ca o traiectorie de zbor a unui vehicul aerian fără pilot uman la bord. Sunt prezentate modele ale hexagonului neregulat, octogonului regulat și liniei frânte deschise.

Cuvinte cheie: linie frântă, traiectorie, dronă, zbor, Scratch.

Introduction

Mathematics is an important discipline for the development of the child's mental skills. However, not all children learn this discipline equally well. It can happen that problems appear even "out of the blue". To facilitate math skills, the following are usually recommended:

♥ We use visual materials. Visualizing math concepts helps students understand and retain them better. We use pictures, charts, tables and other visual aids to explain new topics.

♥ We offer practical tasks. To help the student better understand mathematical concepts, we provide the opportunity to put them into practice. For example, we ask a student to solve problems using real objects around the house.

♥ We repeat and reinforce the material. After we learn a new topic, we will make sure to repeat and reinforce it with the students. We can use games or assignments to review material covered.

♥ We develop logical thinking. We teach the student to analyze, compare, generalize and draw conclusions. This will help him to better understand mathematical concepts and apply them in life.

♥ We break down complex topics into small steps. It is difficult for younger students to absorb a large amount of information at one time. We break complex topics into small parts and explain each one separately. This will help the student understand and remember the material better.

By following these recommendations, we will help the student learn math better and develop his mental skills.

Analyzing the mathematics curriculum for the secondary school cycle [3] we notice that in the 5th grade students get to know such new elements as: pentagon, vertex, concurrent lines, perpendicular lines, parallel lines. As an investigation, in the same curriculum, the use of flat geometric figures in different fields is proposed.

In the 6th grade, students get to know the following new elements: parallelogram, rhombus, trapezoid, angle, acute angles, obtuse angles, opposite angles at the apex, degrees.

In the 7th grade, among the new elements for students are segment length and angle measure.

In the 8th grade, students learn about geometric transformations, in particular parallel translation.

In order to acquire new elements, in the curriculum, various practical works in the field are proposed. For example, in the 5th grade such a practical field work proposes the calculation of lengths and perimeters.

A special place in mathematical education is occupied by broken lines. They are researched both in middle school [1, pp. 212 – 218] and in high school [2, pp. 250 – 258]. This is explained by the fact that broken lines have applications in different fields. They are found in tree branches, fences, railings and other building structures, mountain ranges, roads and paths, buildings and structures.

Broken line graphs (also called line graphs) are used to show changes in data over time. They show trends (regularities) and help us make predictions. Broken lines play an important role in creating animations, as they allow us to simulate the movement of objects and their shape change over time. For example, we can create an animation of a drone in flight, using broken lines to simulate the rotation of the propellers and the movement of the drone's body.

Model problems with solutions

Problem 1 (restoring the flight path). The trajectory of the drone contains 8 parallel segments two by two. It is known that:

- ♥ the line containing the first segment is perpendicular to the axis (Oy);

- ♥ the line containing the second segment forms an angle of 45° with the axis (Ox) ;
- ♥ the line containing the third segment is parallel to the axis (Oy) ;
- ♥ the line containing the fourth segment forms an angle of 135° with the axis (Ox) ;
- ♥ all segments have the same length equal to 2 m .

Determine the shape of the trajectory and write the codes in Scratch for the DJI RYZE TELLO EDU drone, which performs the flight according to the given trajectory.

Resolution. According to the condition, the first four segments must occupy the positions relative to the axes (Ox) and (Oy) as illustrated in figure 1.

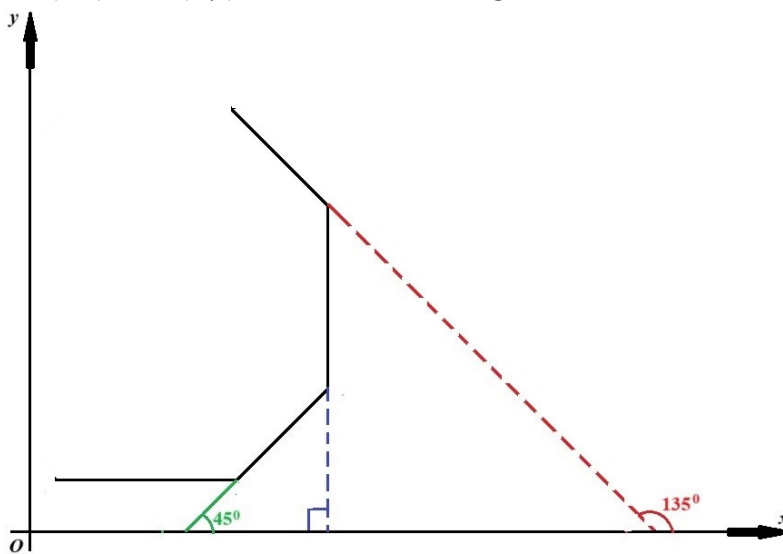


Figure 1. the position of the first four segments relative to the coordinate axes

By constructing the other four segments, respectively parallel and of the same length as those constructed, we come to the conclusion that the trajectory of the drone represents a regular octagon, because the obtained polygon has all congruent sides and all congruent angles (fig. 2).

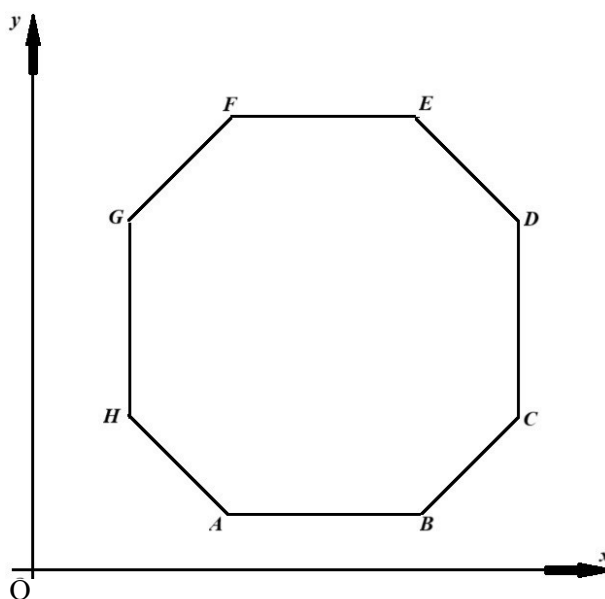


Figure 2. Regular octagon

It is known that the measure of the angle of a regular octagon is equal to 135°. The Scratch codes for the DJI RYZE TELLO EDU drone, which makes the flight following the trajectory ABCDEFA, are shown in figure 3.



Figure 3. Scratch codes for the regular octagon trajectory

After writing the flight program, it is recommended to check the behavior of the drone in flight in a simulator. This is necessary to assure us that the written program is correct and that during the actual flight we will not have any "surprises". Once the program works perfectly in the simulator, we can make a real flight, according to the written program, with the DJI RYZE TELLO EDU drone. Thus we will model, by means of the drone, the regular octagon.

Based on this problem we can model other regular polygons in the plane.

Problem 2 (the irregular hexagon). Figure 4 shows a system of orthogonal axes (xOy) and an irregular hexagon $ABCDEF$. It is known that:

- ♥ the line AB is parallel to the axis (Ox);
- ♥ the line BC forms an angle with the axis (Ox) measuring 60° ;
- ♥ line CD is parallel to the axis (Oy);
- ♥ line DE is parallel to line AB ;
- ♥ the line EF is parallel to the line CD ;

- ♥ line AF is parallel to line BC ;
- ♥ the length of segment AB is equal to 3 m ;
- ♥ the length of segment BC is equal to 4 m ;
- ♥ the length of segment CD is equal to 5 m ;
- ♥ the length of segment ED is equal to the length of segment AB ;
- ♥ the length of segment EF is equal to the length of segment CD ;
- ♥ the length of segment AF is equal to the length of segment BC .

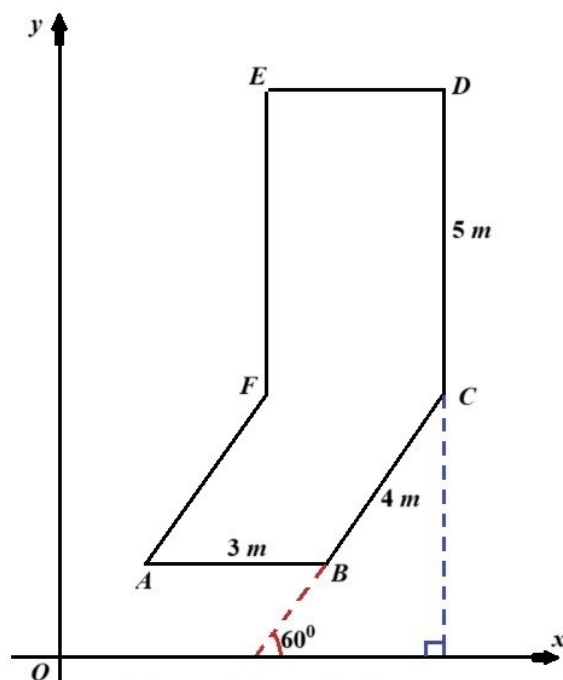


Figure 4. Irregular hexagon

Write the codes in Scratch for the DJI RYZE TELLO EDU drone, which performs the flight according to the $ABCDEF$ trajectory.

Resolution. We can write the codes in Scratch for the DJI RYZE TELLO EDU drone, which makes the flight following the trajectory $ABCDEF$ only if we know the perimeter of the hexagon $ABCDEF$ and the measures of the respective angles. To determine the perimeter of the given hexagon we need to know the lengths of all its sides. Thus, according to the conditions we have: $AB = DE = 3\text{ m}$; $BC = AF = 4\text{ m}$ and $CD = EF = 5\text{ m}$. Then the perimeter of the hexagon will be 24 m . Comparing with the technical possibilities of the DJI RYZE TELLO EDU drone we conclude that such a distance can be covered.

We next determine the measures of the angles. According to the condition, the line AB is parallel to the axis (Ox) , the line BC forms an angle of measure 60° with the axis (Ox) and the line AF is parallel to the line BC . Applying the property about the angles formed by two lines parallel to a secant, we will obtain that $m(\angle ABC) = 120^\circ$ and $m(\angle FAB) = 60^\circ$ (fig. 5).

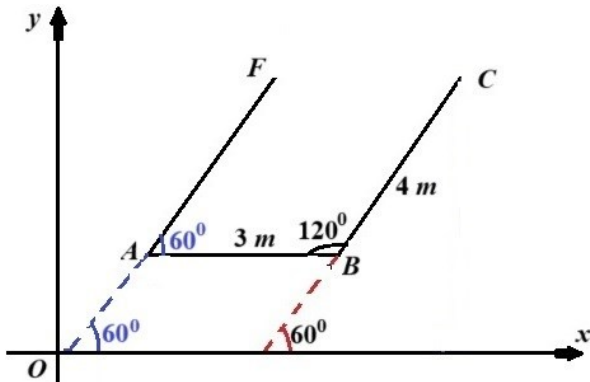


Figure 5. Determining the measures of the angles ABC and FAB

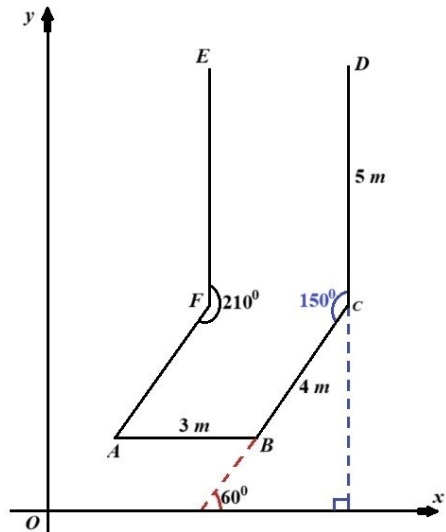


Figure 6. Determination of the measures of the angles BCD and AF

Since the line CD is parallel to the axis (Oy) , it follows that it is perpendicular to the axis (Ox) . Applying the property about the exterior angle of the triangle we obtain that $m(\angle BCD) = 150^\circ$. But then $m(\angle AFE) = 210^\circ$ (fig. 6).

Analogously, since the line CD is parallel to the axis (Oy) , the line DE is parallel to the line AB and the line EF is parallel to the line CD , it follows that the angles $\angle CDE$ and $\angle DEF$ are right angles (fig. 7).

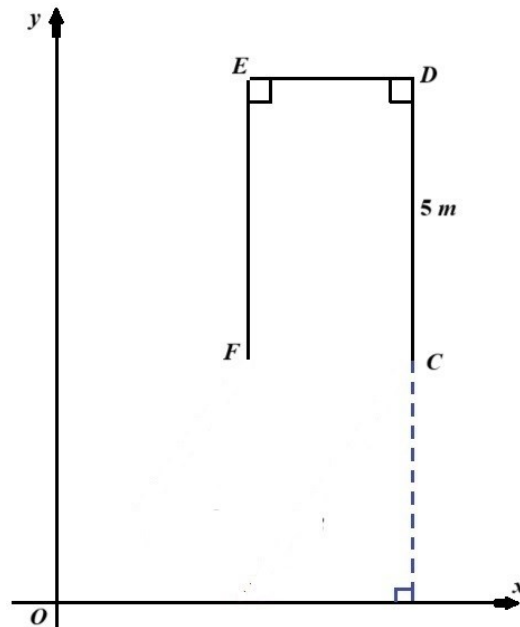


Figure 7. Determination of the measures of the angles CDE and DEF

The Scratch codes for the DJI RYZE TELLO EDU drone, which performs the flight following the trajectory of the irregular hexagon $ABCDEF$, are shown in figure 8.

After writing the flight program, it is recommended to check the behavior of the drone in flight in a simulator. This is necessary to make sure that the written program is correct and that during the actual flight we will not encounter any difficulties. After making sure

that the program works perfectly in the simulator, we can make a real flight, according to the written program, with the DJI RYZE TELLO EDU drone. Thus we will model, by means of the drone, irregular hexagons.

Based on this problem we can model other irregular polygons in the plan.



Figure 8. The Scratch codes for the irregular hexagon trajectory

Problem 3 (open broken line). Figure 9 shows a system of orthogonal axes (xOy) and an open broken line $ABCDEF$.

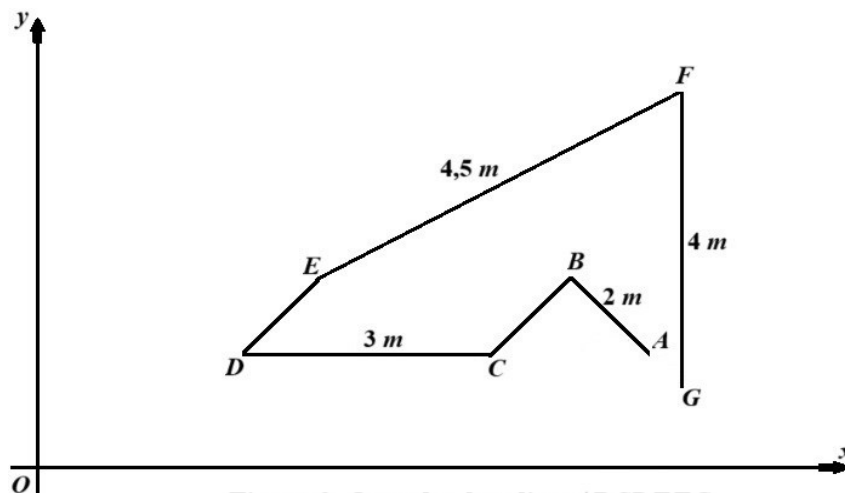


Figure 9. Open broken line ABCDEF

It is known that:

- ♥ the line AB forms an angle with the axis (Ox) measuring 135° ;
- ♥ the line BC forms an angle of 45° with the axis (Oy);
- ♥ line CD is perpendicular to the axis (Oy);
- ♥ line DE is parallel to line BC ;
- ♥ the line EF forms an angle with the axis (Oy) measuring 60° ;

- ♥ the line FG is parallel to the axis (Oy) ;
- ♥ the length of segment AB is equal to 2 m ;
- ♥ segments BC and DE have the same lengths as segment AB ;
- ♥ the length of segment EF is equal to $4,5\text{ m}$;
- ♥ the length of segment FG is equal to 4 m .

Write the codes in Scratch for the DJI RYZE TELLO EDU drone, which performs the flight along the $ABCDEFGF$ trajectory.

Resolution. We can write the codes in Scratch for the DJI RYZE TELLO EDU drone, which performs the flight according to the trajectory $ABCDEFGF$ only if we know the length of the broken line and the measures of the respective angles. To determine the length of the broken line we need to know the lengths of all its segments. Thus, according to the conditions we have: $AB = BC = DE = 2\text{ m}$; $DC = 3\text{ m}$, $EF = 4,5\text{ m}$ and $FG = 4\text{ m}$. Then the length of the broken line will be $13,5\text{ m}$. Comparing with the technical possibilities of the DJI RYZE TELLO EDU drone we conclude that such a distance can be covered.

We next determine the measures of the angles. According to the condition, the line AB forms an angle of 135° with the axis (Ox) , and the line FG is parallel to the axis (Oy) (fig. 10). Using the properties of the exterior angle of the triangle and the opposite angles at the apex we obtain that $m(\angle FGA) = 45^\circ$.

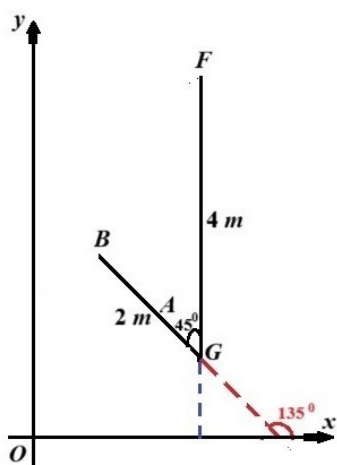


Figure 10. Determination of the measure of the FGA angle

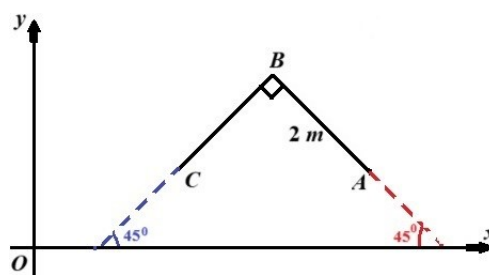


Figure 11. Determining the measure of angle ABC

Since the line BC forms an angle of measure 45° with the axis (Oy) , it follows that it will also form an angle of measure 45° with the axis (Ox) . But then, according to the theorem about the sum of the measures of the angles of a triangle, the angle ABC is an angle straight (fig. 11).

The line CD , according to the condition, is perpendicular to the axis (Oy) and therefore will be parallel to the axis (Ox) . Using the property about the intersection of two parallel lines with a secant, we conclude that $m(\angle BCD) = 135^\circ$ (fig. 12).

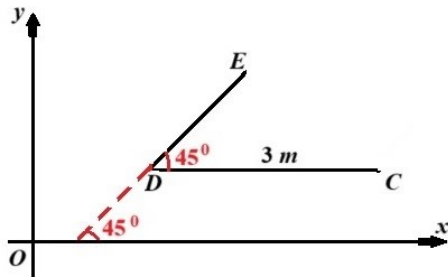


Figure 12. Determination of the measure of the angle BCD

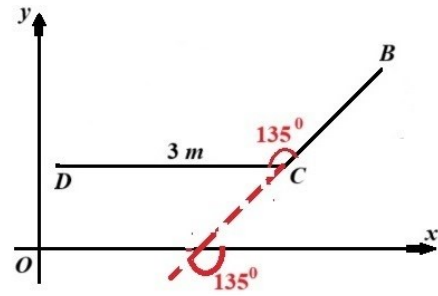


Figure 13. Determination of the measure of the CDE angle

Since the line DE is parallel to the line BC , it follows that it forms an angle of 45° with the axis (Ox). Applying the same property about the intersection of two parallel lines with a secant, we conclude that $m(\angle CDE) = 45^\circ$ (fig. 13).

According to the condition, the line EF forms with the axis (Oy) an angle with the measure of 60° . So the measure of the angle formed by the axis (Ox) and the line EF will be equal to 30° . Applying the properties about the opposite angles at the apex and the exterior angle of the triangle we obtain that $m(\angle DEF) = 165^\circ$ (fig. 14).

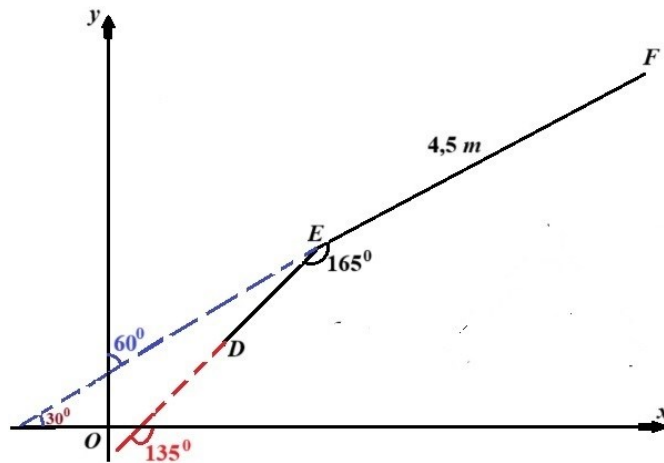


Figure 14. Determination of the measure of the angle DEF

Since the line FG is parallel to the axis (Oy), it follows that it is perpendicular to the axis (Ox). From figure 15 we see that $m(\angle EFG) = 60^\circ$.

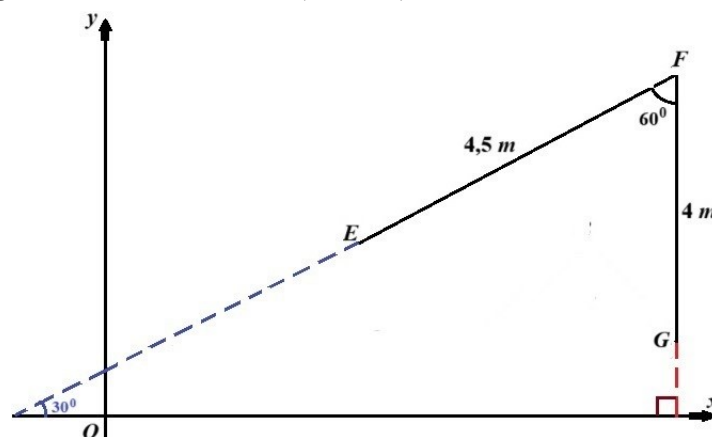


Figure 15. Determination of the measure of the angle EFG

Thus we found out all the elements for the required trajectory.

Next, we will write the codes in Scratch for the DJI RYZE TELLO EDU drone, which performs the flight along the $ABCDEFGG$ trajectory. Here we have to be careful in which direction the drone will rotate: counter-clockwise or clockwise. We consider that the drone is on the runway facing the positive direction of the axis (Ox) (fig. 16).

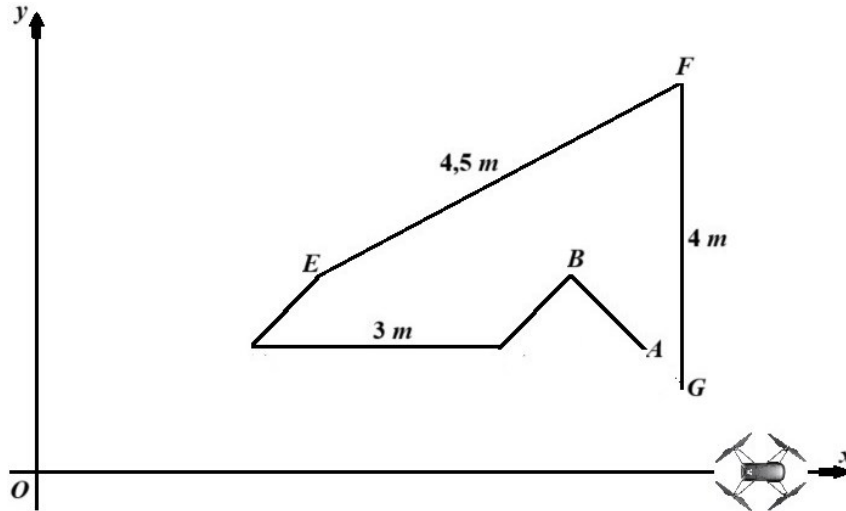


Figure 16. Drone facing the positive axis direction (Ox)

We take off and rotate the drone counterclockwise at an angle of 135° , that is, the direction of flight of the drone must coincide with the direction \overrightarrow{AB} . The Scratch codes for the DJI RYZE TELLO EDU drone, which performs the flight along the $ABCDEFGG$ trajectory, are presented in figure 17.



Figure 17. Scratch codes for the broken open line trajectory

After writing the flight program, as in the previous cases, it is recommended to check the behavior of the drone in flight on a simulator. After making sure that the program works perfectly in the simulator, we can make a real flight, according to the written program, with the DJI RYZE TELLO EDU drone. Thus we will model, by means of the drone, open broken lines.

Based on this problem we can model other open broken lines in the plane.

After carrying out the above activities, the following questions are discussed:

- ♥ What mathematical notions did i apply to solving the given problems?
- ♥ What properties did we apply to solve the given problems?
- ♥ What were the geometric figures that we modeled?
- ♥ List the elements of shaped geometric figures.
- ♥ In what cases did the landing of the drone coincide with its place of take-off?
- ♥ In which case the landing of the drone did not coincide with its place of take-off?
- ♥ When the place of landing of the drone coincides with the place of take-off?
- ♥ When the place of landing of the drone does not coincide with the place of take-off?

Conclusions

The modern world cannot do without new technologies and innovations. The transition to the use of high technologies and the technology corresponding to them is the most important link in the scientific and technological revolution at the current stage. Innovation allows us to carry out more productive didactic activities in the teaching-learning-assessment process of mathematics.

Thus, drones have proven to be an effective tool for facilitating awareness of the concepts: open broken line, closed broken line, regular polygon, irregular polygon, left rotation, right rotation, translation i.e. displacement. Also, with the help of drones, we can determine more quickly if a broken line is closed or open.

The implementation of drones in the teaching-learning-assessment of mathematics can bring advantages for both students and teachers. They can be used to stimulate students' interest in mathematics through interactive and hands-on activities. Drones can also be used to facilitate the understanding of complex concepts.

Likewise, the implementation of drones within the discipline of Mathematics can also be useful for teachers, as they can be used to raise the quality of teaching to a higher level, provide a more interactive and attractive educational experience for students. There is already pedagogical research that demonstrates that with the help of the implementation of drones in the education process, students can achieve better results in their studies.

The activities proposed in this article will have a higher effect if we perform them according to the following algorithm:

- ♥ we perform the theoretical calculations;
- ♥ we write the required program for the given trajectory;
- ♥ we check the program on a simulator;
- ♥ we make a real flight with the DJI RYZE TELLO EDU drone.

Bibliography

1. ACHIRI, I., BRAICOV, A., SPUNTENCO, O. *Matematică. Manual pentru clasa a 6-a*. Editura: Prut Internațional, Chișinău, 2017, 244 pp. ISBN 978-9975-54-300-2. (in romanian)
2. ACHIRI, I., EFROS, P., GARIT, V., Prodan N. *Matematică. Manual pentru clasa a 10-a*. Editura: Prut Internațional, Chișinău, 2012, 280 pp. ISBN 978-9975-54-043-8. (in romanian)
3. Curriculum national la matematică, Clasele V-IX, Chișinău, 2019. (in romanian)

DESPRE UNELE METODE DE REZOLVARE A PROBLEMELOR CU CONȚINUT ECONOMIC

Valeriu BORDAN, dr., conf. univ.

<https://orcid.org/0009-0008-4415-3750>

Mihaela HAJDEU, dr., lect. univ.

<https://orcid.org/0000-0001-8189-7558>

Universitatea Pedagogică de Stat „I. Creangă” din Chișinău

Rezumat. Rezolvarea problemelor economice este un proces care necesită o abordare matematică amplă, gândire analitică profundă, dar și o atenție la detaliile problemei și capacitatea de a lucra cu diferite date. În articol sunt descrise unele metode de rezolvare a problemelor economice, care au la bază abordarea matematică complexă a acestora.

Cuvinte-cheie: problemă economică, metodă de rezolvare, algoritm de calcul, competență matematică.

Abstract. Solving economic problems is a process that requires a broad mathematical approach, deep analytical thinking, but also attention to the details of the problem and the ability to work with different data. In the article are described some methods of solving economic problems, which are based on their complex mathematical approach.

Keyword: economic problem, solution method, calculation algorithm, mathematical competence.

Înțelegerea și utilizarea diferitelor metode de rezolvare a problemelor reprezintă un aspect cheie nu doar pentru matematică, dar și pentru alte domenii, inclusiv și pentru economie [1]. Acest lucru ajută nu doar la rezolvarea problemelor complexe, dar și de a vedea mai bine și caracteriza lumea din diferite puncte de vedere [2, 4]. În continuare vom descrie câteva dintre cele mai des întâlnite metode, care sunt utilizate la rezolvarea problemelor din economie.

Metoda matematică. Metoda matematică este cea mai des folosită în economie pentru a rezolva diverse probleme: de la analiza anumitor tendințe, legități, prognozarea acestora, calcularea anumitor mărimi, până la modelarea diverselor fenomene economice. Aceasta include aplicarea diferitor formule matematice, funcții, studii de funcții cu ajutorul aparatului matematic, metode statistice, algoritmi de calcul, diverse metode de rezolvare, sisteme de ecuații și inecuații, cercetări cu parametri, calcul matricial [1] etc.

Metoda grafică. Aceasta este o altă metodă frecvent utilizată în economie. Poate fi utilizată pentru a vizualiza anumite date și a arăta relațiile dintre diferite variabile. Referindu-ne la diagramele cererii și ofertei, curbele de debit-credit pe anumite perioade de timp, curbele de venit și multe altele, menționăm că toate acestea reprezintă instrumente grafice, care sunt des folosite în economie. Acestea iarăși sunt strâns legate cu anumite mărimi funcționale, care au la bază funcția, ca noțiune matematică fundamentală și graficul acesteia.

Modelare computerizată. În lumea contemporană, din ce în ce mai multe probleme economice sunt rezolvate, folosind modelarea computerizată. Acest lucru ne permite să creăm modele complexe de sisteme economice, să efectuăm anumite experimente și să facem anumite prognoze, în dependență de rezultatele experimentului.

Analiză statistică. Această metodă utilizează date statistice pentru a analiza fenomenele economice. Folosind analiza statistică, putem explora anumite dependențe și corelații între mărimi, putem testa ipoteze, putem la fel să facem anumite prognoze și multe altele.

Calimetria. Aceasta este o metodă de evaluare a calității diferitelor obiecte și sisteme, inclusiv a celor economice. Calimetria folosește metode matematice și statistice pentru a evalua și compara calitatea pe baza unui set de criterii.

Analiza sistemică. O abordare sistemică pentru rezolvarea unei probleme prevede considerarea obiectului de studiu ca un sistem, incluzând toate relațiile și corelațiile, cât și interacțiunea dintre elementele sale. Această metodă poate fi utilă în analiza sistemelor și proceselor economice complexe.

Analiza econometrică. Econometria combină metode statistice și teoria economică pentru a analiza cantitativ datele economice. Este un instrument important, care permite să evaluăm relațiile dintre variabilele economice, să testăm modele economice și să facem anumite prognoze.

Metoda analizei scenariului. Analiza scenariului este o metodă caracteristică pentru procesul de explorare și evaluare a posibilelor situații, evenimente ce pot avea loc în viitor prin prognozarea diferitelor „scenarii” (variante posibile de realizare) pentru acestea. Această metodă este adesea folosită în prognozarea economică și planificarea strategică, efectuând multiple calcule matematice.

Teoria jocurilor. Teoria jocurilor ca metodă reprezintă o abordare matematică a analizei interacțiunilor dintre oamenii, care iau decizii raționale, în scopul soluționării anumitor probleme. Această metodă este utilizată pe scară largă pentru a analiza anumite situații strategice precum negocieri, competiții pe piață, uneori chiar și decizii politice etc.

Cu certitudine că fiecare dintre aceste metode are propriile avantaje, cât și dezavantaje, iar alegerea unei anumite metode depinde de problema specifică, datele disponibile și obiectivele studiului pe care dorim să le realizăm. Aparatul matematic utilizat în fiecare din aceste metode este elementul de bază, fără de care nici una din metodele enumerate nu ar avea finalitate.

În continuare vom arăta cum se rezolvă prin metoda matematică o problema din domeniul bancar, cu anumite condiții ale creditului bancar acordat, folosind unele noțiuni matematice și economice cum ar fi: procentul, progresia aritmetică, coeficient de calcul al dobânzii simple, diferența plăților etc.

Problemă: (creditul bancar [3]) Un antreprenor a planificat în luna mai a anului 2025 să ia un credit de la o bancă (Banca I) pe un termen de 4 ani în sumă de 1600000 lei. Condițiile de restituire a creditului la această bancă sunt următoarele:

- ✓ la începutul primilor doi ani 2026, 2027 datoria se mărește cu k % din suma datoriei calculate la sfârșitul anului precedent;
- ✓ la începutul ultimilor doi ani 2028, 2029 datoria se mărește cu 16 % din suma datoriei calculate la sfârșitul anului precedent;
- ✓ antreprenorul trebuie să achite băncii partea datoriei prevăzute în contract în perioada ianuarie-mai a fiecărui an de acțiune a contractului de creditare;
- ✓ în luna iunie a fiecărui an datoria trebuie să fie cu una și aceeași mărime mai mică decât datoria din luna iunie a anului precedent;
- ✓ creditul trebuie să fie achitat băncii de către antreprenor în întregime în luna iunie 2029.

O altă bancă (Banca II) i-a propus antreprenorului creditul în aceeași mărime, în condiții similare, doar că invers, adică în primii doi ani, datoria va crește cu 16 %, iar în ultimii doi ani - cu k %. Aflați care este k , dacă suma totală a creditului plătit băncii II, în condițiile date este cu 72000 lei mai mare decât cel plătit băncii I.

Soluție: Rezolvarea acestei probleme urmărește și realizarea conexiunilor interdisciplinare dintre: matematică, finanțe, economie.

Conform condițiilor problemei, datoria către banca I (în mii lei) din iunie 2025 până în iunie 2029 trebuie să se micșoreze astfel: 1600; 1200; 800; 400; 0.

La începutul lunii ianuarie a fiecărui an de acțiune a contractului de creditare datoria crește în anii 2026, 2027 cu k %, iar în anii 2028, 2029 crește cu 16 %.

Notăm cu $t = 1 + k/100$ coeficientul de calcul corespunzător dobânzii simple.

Astfel mărimile datoriilor către banca I (în mii lei) către începutul fiecărui an de acțiune a contractului de creditare vor fi următoarele: $1600t$, $1200t$, $800 \cdot 1,16$, $400 \cdot 1,16$. Prin urmare, plățile către banca I (în mii lei) trebuie să fie următoarele:

$$1600t - 1200; 1200t - 800; 800 \cdot 1,16 - 400; 400 \cdot 1,16.$$

Iar plățile către banca II (în mii lei) trebuie să fie corespunzător pe ani următoarele:

$$1600 \cdot 1,16 - 1200; 1200 \cdot 1,16 - 800; 800t - 400; 400t.$$

Atunci, deoarece diferența plăților dintre bănci este de 72000 lei, obținem:

$$1600 \cdot (1,16 - t) + 1200 \cdot (1,16 - t) + 800 \cdot (t - 1,16) + 400 \cdot (t - 1,16) = 72.$$

Prin urmare: $(1,16 - t)(1600 + 1200 - 800 - 400) = 72$;

$$1,16 - t = 72 \div 1600; t = 1,16 - 0,045 = 1,115. \text{ Astfel, } k = 11,5\%.$$

În concluzie, menționăm că pentru economie, ca domeniu de studiu sau ca domeniu de activitate, matematica a fost și rămâne unul din cele mai importante elemente, care contribuie esențial la pregătirea matematică a specialistului în domeniul economiei, la formarea competențelor de rezolvare a problemelor din acest domeniu, cât și la pregătirea

generală a studenților, viitori specialiști din acest domeniu. Cunoașterea și utilizarea diferitor metode de rezolvare a problemelor economice, contribuie la formarea și dezvoltarea continuă a competențelor specifice economiei, care, pe lângă faptul că sporesc calitatea instruirii, mereu provoacă studenții să caute noi metode, noi oportunități de aplicare a cunoștințelor acumulate, în diferite situații cotidiene, nu neapărat conexe cu economia.

Bibliografie

1. BORDAN, V. Aplicarea algebrei liniare la rezolvarea unor probleme cu conținut economic. În: *Materialele Conferinței republicane a cadrelor didactice*, 1-2 martie 2019. ISBN 978-9975-76-266-3. Vol. I. Didactica științelor exacte. ISBN 978-9975-76-271-7. Chișinău: UST, 2019. p. 61-64.
2. DOSESCU, T.-C. *Matematică pentru modelare economică*. București: Editura universitară, 2011. 286 p.
3. HAJDEU, M., BORDAN, V. Sarcinile de tip proiect la matematică - un factor important în dezvoltarea competenței de cercetare. În: *Materialele Conferinței științifice internaționale*, Seria 26, 21-22 martie 2024. ISBN 978-9975-46-943-2. Vol. 4. *Științe ale naturii*. ISBN 978-9975-46-947-0. Chișinău: UPSC, 2024. p. 39-43.
4. КРЕМЕР, Н. *Математика для экономистов: от Арифметики до Эконометрики*. Москва: Высшее образование, 2007.

PROBLEME AMUZANTE PENTRU TOȚI**(selectate din cărțile dl. prof. A. Hariton)**

Ana COJOCARU, student la Beauchamp College

<https://orcid.org/0000-0002-5107-614X>

Lionheart Educațional Trust, Leicester, UK

Rezumat. A rezolva o problemă non standard – înseamnă a evidenția legăturile și relațiile atestate între anumite noțiuni, „ascunse” în condițiile problemei, și de a le expune în raționamente, restabilind astfel structura logică a întregului conținut, care poate permite de a lansa urmările logice necesare și concluziile care rezultă, pentru a da răspunsul adecvat.

Cuvinte cheie. Problemă, ipoteză, metode de rezolvare, variante, răspuns.

Abstract. To solve a non-standard problem - means to highlight the connections and relationships attested between certain notions, "hidden" in the conditions of the problem, and to expose them in reasonings, thus restoring the logical structure of the entire content, which can allow to launch the necessary logical consequences and the resulting conclusions, to give the appropriate answer.

Keywords: Problem, hypothesis, solution methods, variants, answer.

Educația matematică trebuie să orientată esențial spre dezvoltarea gândirii logice

Rolul principal în dezvoltarea gândirii logice aparține familiei și școlii. Suporturile didactice și manualele de matematici pot contribui esențial la acest proces.

Materia prezenta vine să completeze pentru cei curioși compartimentul probleme cu grad avansat de dificultate.

Ținând cont de spectrul variat al solicitanților, vom expune în cele ce urmează unele îndrumări în vederea utilizării materiei pentru lărgirea orizontului modalităților de soluționare a problemelor de acest gen.

Dacă problema pe care ați hotărât s-o rezolvați vă pare azi complicată, lăsați-o pentru un anumit timp, apoi reveniți la ea cu noi forțe. Străduiți-vă să compuneți și să rezolvați probleme asemănătoare.

Subiectele propuse acoperă cele mai necesare situații logice de care e nevoie la rezolvarea problemelor din compartimentul probleme dificile la matematică. Majoritatea subiectelor propuse au diverse căi de rezolvare.

Probleme, exerciții, întrebări amuzante

1. *Din chibrituri a fost compusă egalitatea falsă: VI — IV=XI (citim: 6 - 4 = 11!).*

a) *Să se mute un chibrit pentru a obține o egalitate adevărată;*

b) *Să se mute două chibrituri pentru a obține o egalitate adevărată.*

R: VI+V=XI; V+IV = IX.

2. *Printre 32 de monede identice după formă și culoare nu există două cu aceeași masă. Determinați prin 35 de cântăriri, folosind balanța fără greutate, două monede care sunt cele mai grele.*

R:

- a) Divizăm cele 32 de monede în 8 grupe de câte 4 monede.
- b) Din fiecare grupă formăm perechi de monede, pe care le cântărim aparte, apoi le cântărim pe cele mai grele din fiecare pereche între ele. Vom efectua astfel $3 \times 8 = 24$ de cântăriri, în urma cărora ne alegem cu 8 monede - câte o monedă (cea mai grea) din fiecare grupă.
- c) Cele 8 monede selectate le divizăm în 2 grupe de câte 4 monede.
- d) Din fiecare grupă, ca rezultat al trei cântăriri, ne alegem cu 2 monede - câte o monedă (cea mai grea) din fiecare dintre aceste două grupe. Am mai efectuat $3 \times 2 = 6$ cântăriri. În total am consumat 30 de cântăriri și am separat două monede, una din care este cea mai grea dintre cele 32 de monede.
- e) Cântărim aceste două monede obținute și o, determinăm pe cea mai grea dintre cele 32 de monede. Astfel, am efectuat până la acest moment 31 de cântăriri și ne-am ales cu cea mai grea monedă dintre cele 32 și cu o monedă care poate fi după cea mai grea imediat următoare (pe locul 1), pe locul 2, pe locul 3 sau pe locul 4.

Deci, rămâne să determinăm a doua monedă ca greutate ce urmează nemijlocit după cea mai grea dintre cele 32 de monede, ținând cont de cele expuse mai sus.

Vom explica mai detaliat motivul de ce a doua dintre ultimele două monede determinate în etapa 5) poate să nu fie imediat următoare ca greutate.

Să observăm că următoarea monedă care se află ca greutate imediat după cea mai grea a putut fi „pierdută”¹¹ în etapa 2), dacă ambele aceste monede la cântărire au fost în aceeași pereche, sau în etapa 4), dacă de asemenea aceste monede la cântărire au fost în aceeași pereche.

Vom veni cu a doua monedă ca greutate obținută în etapa 5) în grupele în care s-a aflat cea mai grea monedă în etapele 2) și 4) și efectuând maximum 4 cântăriri, vom determina a doua ca greutate monedă dintre cele 32. Prin urmare, pot fi necesare maximum 35 de cântăriri.

3. *Într-o odaie erau scaune cu 4 picioare și taburete cu 3 picioare. Când toate acestea au fost ocupate de către oaspeți. s-a observat că numărul picioarelor scaunelor, taburetelor și ale oaspeților a fost 39. Câte scaune și câte taburete erau în odaie?*

R: Erau 4 scaune și 3 taburete. Rezolvarea problemei se reduce la determinarea lui x și y (numere naturale) din relația: $4x + 3y + 2(x + y) = 39$, adică $6x + 5y = 39$.

4. *Petrică și Ionel au inventat următorul joc: pe o farfurie sunt 30 de nuci, fiecare ia pe rând de la una până la 3 nuci. Va câștiga acela care va lua de pe farfurie ultima nucă (acela va primi toate cele 30 de nuci). Cine va câștiga?*

R: Cel care începe jocul, dacă va lua 2 nuci, lăsând mereu pe farfurie un număr de nuci care se împarte fără rest la 4.

5. *Fiecare dintre persoanele A, B, C sau spune adevărul, sau minte. A îi spune lui B: „Ești un mincinos”. B îi spune lui C: „Ești un mincinos”. C îi spune lui B: „Ești un mincinos, ca și A”. Cine minte și cine spune adevărul?*

R: Să pornim de la ipoteza că A nu minte. În acest caz, obținem că B minte, iar C nu minte. Dar C afirmă că A și B mint, ceea ce contrazice ipoteza. Să presupunem că A minte. În acest caz, obținem că B nu minte, iar C minte, zicând că A și B sunt mincinoși, ceea ce înseamnă că A sau B nu este mincinos. Prin urmare, A minte, B nu minte, C minte.

6. *Gheorghită a dorit să cumpere 3 caiete și 2 radiere, dar a încurcat puțin planul și a cumpărat 2 caiete și 3 radiere, cheltuind cu 40 de bani mai mult. Cât costă un caiet și cât costă o radieră, dacă o radieră e de două ori mai scumpă decât un caiet?*

R: Dacă o radieră e de două ori mai scumpă decât un caiet, atunci 3 radiere, după suma de bani necesară pentru a le cumpăra, pot fi înlocuite prin 6 caiete, iar 2 radiere - prin 4 caiete. Pornind de la acest fapt, putem înlocui (după suma de bani necesară pentru a le cumpăra) 3 caiete și 2 radiere prin 7 caiete, iar 2 caiete și 3 radiere - prin 8 caiete. Deci, Gheorghită a cheltuit mai mult cu costul unui caiet.

7. *Cu câte zerouri se termină produsul tuturor numerelor naturale de la 1 până la 30?*

R: Să observăm că produsul tuturor numerelor naturale de la 1 până la 10 se termină cu două zerouri: un zero - intră 10 ca factor, al doilea zero - intră factorul 5 (o singură dată) și factorul 2. Raționând în mod analog, vom concluziona că produsul numerelor naturale de la 11 până la 20 se termină tot cu două zerouri; produsul numerelor naturale de la 21 până la 30 se termină de asemenea cu două zerouri. R: cu 6 zerouri.

8. *Mihai are 13 ani, iar Andrei are 3 ani. Câți ani va avea Mihai când Andrei va avea atâtia ani câți are acum Mihai?*

R: 1) $13 - 3 = 10$ (ani); 2) $13 + 10 = 23$ (ani). R: 23 de ani.

9. *Într-un vas sunt 10 litri de apă. Să se înjumătățească această cantitate de apă, având la dispoziție numai două vase goale, respectiv de 3 litri și de 7 litri.*

R:

Cantitatea de apă în vasul de 10 l	Cantitatea de apă în vasul de 7 l	Cantitatea de apă în vasul de 3 l
10 l	0 l	0 l
3 l	7 l	0 l
3 l	4 l	3 l
6 l	4 l	0 l
6 l	1 l	3 l
9 l	1 l	0 l

9 l	0 l	1 l
2 l	7 l	1 l
2 l	5 l	3 l
5 l	5 l	0 l

10. Într-o valiză sunt trei perechi de mănuși de culoare neagră și patru perechi de mănuși de culoare maro, toate de aceeași măsură. Care este numărul minim de mănuși ce urmează a fi extrase, astfel încât printre ele să fie o pereche de aceeași culoare?

R: în valiză sunt 6 mănuși (3 perechi) negre și 8 mănuși (4 perechi) maro. Vom porni de la situația cea mai nefavorabilă în acest proces: fiecare mănușă extrasă va fi stânga (dreapta) numai de culoare maro, apoi respectiv stânga (dreapta) de culoare neagră. Astfel, vom extrage 4 + 3 (mănuși) și nu vom avea o pereche de aceeași culoare. Dar următoarea mănușă - a 8-a va forma perechea de aceeași culoare. R: 8 mănuși.

11. Dintre 8 monede una este falsă, fiind mai ușoară. Cum poate fi determinată moneda falsă cu ajutorul unei balanțe fără greutate doar prin două cântăriri?

R: Prima cântărire: 3 : 3. A doua cântărire: 1 : 1.

12. De câte probe, în cel mai rău caz, va fi nevoie pentru a determina din cinci chei, cheia fiecăreia dintre cinci valize?

R:

Numărul valizei	Numărul de probe
1	4
2	3
3	2
4	1
5	0

R: 10 probe.

Bibliografie

1. HARITON, Andrei. *Matematică: 200 probleme și întrebări amuzante pentru clasele I-IV*. Chișinău: Lyceum, 2000, 63 p.
2. HARITON, Andrei. *Matematică: Manual experimental pentru clasa a V-a*. Chișinău: Știința, 1997, 352 p.
3. HARITON, Andrei. *Matematică: Exerciții și probleme pentru concursuri. Clasele I-VI*. Chișinău: Prut Internațional, 2004, 191 p.

PROBLEME NON STANDARD. METODA EXCLUDERII SAU A SELECTĂRII VARIANTELOR POSIBILE ȘI IMPOSIBILE

John COJOCARU, cibernetician, inginer bancar

<https://orcid.org/0000-0002-5107-614X>

Leicester, Marea Britanie

Rezumat. A rezolva o problemă non standard – înseamnă a evidenția legăturile și relațiile atestate între anumite noțiuni, „ascunse” în condițiile problemei, și de a le expune în raționamente, restabilind astfel structura logică a întregului conținut, care poate permite de a lansa urmările logice necesare și concluziile care rezultă, pentru a da răspunsul adecvat.

Cuvinte cheie: Problemă, ipoteză, metode de rezolvare, variante, răspuns.

Abstract. To solve a non-standard problem - means to highlight the connections and relationships attested between certain notions, "hidden" in the conditions of the problem, and to expose them in reasonings, thus restoring the logical structure of the entire content, which can allow to launch the necessary logical consequences and the resulting conclusions, to give the appropriate answer.

Keywords: Problem, hypothesis, solution methods, variants, answer.

Probleme non standard pot fi considerate problemele în care apar consecințe ce decurg dintr-un set de ipoteze; care necesită utilizarea raționamentelor logice pentru rezolvarea unor situații practice.

Pentru ca rezolvatorii să însușească și să memoreze cele învățate, pe cele mai diverse căi trebuie să dezvoltăm, la gradul maxim posibil, modalitatea de cugetare logică, perspicacitatea și ingeniozitatea, să educăm necesitatea de a studia atent cele mai simple întrebări și capacitatea de a scoate în evidență din ele cele mai variate răspunsuri, să le dezvoltăm plasticitatea cugetării.

De fapt soluționarea oricărei probleme se bazează pe un șir de raționamente logice și regulile unei concluzii adecvate, însă un anumit interes prezintă aplicarea capacităților de a cugeta logic așa numitele „*probleme non standard*”, adică probleme, care pot fi soluționate doar în baza considerațiilor și raționamentului, fără a efectua anumite calcule matematice sau estimări.

A rezolva o problemă non standard – înseamnă a evidenția legăturile și relațiile atestate între anumite noțiuni, „*ascunse*” în condițiile problemei, și de a le expune în raționamente, restabilind astfel structura logică a întregului conținut, care poate permite de a lansa urmările logice necesare și concluziile care rezultă, pentru a da răspunsul adecvat.

Soluționarea problemelor non standard cere cunoștințe din sfera regulilor concluziilor logice. Însă aceste cunoștințe elevii le pot lua doar din experiența personală, deoarece în școala de cultură generală obiectul logicii formale nu se studiază, și depistând anumite legături ei trebuie să le transfere în condițiile din

fiecare problemă non standard concretă. Acest transfer este una dintre cele mai complicate operații de cugetare. Din aceste considerente problemele non standard reprezintă efort logic maxim. Aceste greutăți apar încă și din motivul, că problemelor non standard nu li se acordă atenția cuvenită în procesul de predare-învățare-evaluare a matematicii, și desigur, nu există elaborată o anumită metodologie a soluționării lor. Doar, sporadic, asemenea probleme apar în culegeri pentru activități extra-școlare în indicațiile și rezolvările cărora pot fi găsite unele idei de ghidare și procedee separate.

Una dintre cele mai generale metode de soluționare a problemelor non standard este *metoda excluderii sau a selectării variantelor posibile și imposibile*. Ea constă în faptul, că, contrapunând faptele (*cele de bază și cele deduse*), care se raportează la anumite obiecte – subiecte din legenda conținutului problemei, se deduc raționamente unice, care pot avea sens pozitiv sau negativ în raport de anumite criterii ale obiectelor date; raționamentele negative se exclud în mod succesiv unul după altul, și în acest mod, se determină relațiile adevărate existente dintre obiecte și caracteristicile lor.

Să aducem un exemplu:

Problema 1

Șase pasageri A, B, C, D, E, F, fiind toți români de diferite etnii: moldovean, ardelean, muntean, oltean, dobrogean și bucovinean, care călătoresc cu trenul București-Berlin și în același cupeu/compartiment: 1) A și moldoveanul sunt medici; 2) E și ardeleanul – profesori de matematică; 3) C și munteanul – ingineri; 4) B și F – participanți ai misiiei de pacificare în Irak, iar munteanul nu a fost niciodată înrolat în armată; 5) bucovineanul este mai în vârstă decât A; 6) dobrogeanul este mai în vârstă decât C; 7) B și moldoveanul au coborât în Bratislava; 8) C și bucovineanul au coborât în Praga. Se cere de determinat profesia și apartenența etnică a fiecărui dintre pasageri.

Printre aceste date drept urmări logice sunt fapte ascunse. De exemplu, din faptele (1) și (2) rezultă, că A nu este moldovean (1), însă A – nu este nici ardelean (1 și 2); E nu este ardelean (2), însă E – nu este nici moldovean (1 și 2) etc.

Să alcătuim un tablou a faptelor de bază și a celor deduse, care se referă la fiecare dintre călători, introducând în dreptul fiecare corespunzător numere din condițiile din enunț, din care rezultă Printre aceste date drept urmări logice sunt fapte ascunse. De exemplu, din faptele (1) și (2) rezultă, că A nu este moldovean (1), însă A – nu este nici ardelean (1 și 2); E nu este ardelean (2), însă E – nu este nici moldovean (1 și 2) etc. Să alcătuim un tablou a faptelor de bază și a celor deduse, care se referă la fiecare dintre călători, introducând în dreptul fiecare corespunzător

numere din condițiile din enunț, din care rezultă excluderea posibilității combinației date.

	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>
<i>Moldovean</i>	1	7	7-8, 1-3	-	1-2	
<i>Ardelean</i>	1-2	*	2-3	-	2	-
<i>Oltean</i>	-	-	*	-	-	-
<i>Muntean</i>	1-3	4	3	-	2-3	4
<i>Dobrogean</i>	*	-	6	-	-	-
<i>Bucovinean</i>	5	7-8	7	-		-

Din tablou se vede că *C* este *oltean* (indicat prin asterisc). Ceilalți călători nu sunt *olteni* (se notează la toți în dreptul la *A*, *B*, *D*, *E*, *F* câte un „minus” pe linia *olteanului*). Momentan se clarifică, că etnia călătorului *A* este *dobrogean*. Și în linia *dobrogeanului* la toți ceilalți călători se pune câte un „minus”. Continuând acest proces, se determină ceea ce se caută și se determină, că *A* – *dobrogean*, *B* – *ardelean*, *C* – *oltean*, *D* – *muntean*, *E* – *bucovinean*, *F* – *moldovean*. În continuare ușor se determină și profesiile călătorilor. *A* și *F* – *medici*, *B* și *E* – *profesori*, *C* și *D* – *ingineri*.

În acest context remarcabile sunt problemele non standard, așa numitele *Teste Einstein*:

Problema 2

Testul lui Einstein – Test NASA. Varianta I

Fie următoarele propoziții logice:

1. Sunt cinci case în șir.
2. Englezul stă în casa roșie.
3. Spaniolul are un câine.
4. Niponul fumează Pall-Mall.
5. Rusul bea ceai.
6. Dacă stai cu fața la case, cea de culoarea fildeşului e în dreapta celei verzi.
7. În casa din mijloc se bea lapte.
8. Norvegianul stă în prima casă.
9. Casa vecină cu a norvegianului este de culoare albastră.
10. Vecinul englezului fumează Chesterfield.
11. În casa galbenă se fumează Camel.
12. Vecinul celui care fumează Chesterfield are o vulpe.
13. Vecinul celui care fumează Camel are un cal.
14. Cel care fumează Benson bea oranjadă.
15. În grădina casei celui care fumează Marlboro sunt melci.

16. În casa verde se bea cafea.

Presupunând că toate aceste propoziții sunt adevărate, puteți spune:

A. Cine bea apă?

B. Cine are o zebra?

Sintetizând datele din enunțul problemei în următorul tabel logic, avem:

Numărul casei	1	2	3	4	5
culoare	galben	albastru	roșu	verde	fildes
naționalitate	norvegian	rus	englez	nipon	spaniol
țigări	Camel	Chesterfield	Marlboro	Pall-Mall	Benson
băuturi	apă	ceai	lapte	cafea	oranjadă
animale	vulpe	cal	melci	zebră	câine

Din tabel rezultă: A. Apă bea norvegianul. B. Niponul are zebra).

Problema 3

Testul lui Einstein – Varianta II.

Albert Einstein a afirmat că doar numai 2% din populația globului este în stare să rezolve următorul test de inteligență. Dumneavoastră reușiți?

Fie următoarele propoziții logice:

1. Sunt cinci case în șir, fiecare de altă culoare.
2. În fiecare casă locuiește doar o singură persoană, fiecare de altă naționalitate.
3. Fiecare locatar preferă o anumită băutură, fumează o anumită marcă de țigări și deține un anumit animal.
4. Nici una dintre cele 5 persoane nu are casă de aceeași culoare cu alta, nu bea aceeași băutură cu altul, nu fumează aceeași marcă de țigări și nu deține același animal cum altcineva.

De altfel:

1. Britanicul locuiește în casa roșie.
2. Suedezul are un câine dalmațian.
3. Danezul bea cu plăcere ceai.
4. Casa verde se află în stânga casei albe.
5. Locatarul casei verzi bea cafea.
6. Persoana care fumează Pall-Mall are un cocoș.
7. Locatarul casei din mijloc bea lapte.
8. Locatarul casei galbene fumează Dunhill.
9. Norvegianul locuiește în prima casă.
10. Fumătorul de Marlboro locuiește lângă cel care bea cafea.
11. Locatarul care vrea un cal locuiește lângă cel care fumează Dunhill.
12. Fumătorul de Marlboro bea bere.
13. Norvegianul trăiește lângă casa bleu.
14. Germanul fumează Kent.

15. Fumătorul de Lucky Strike are un vecin care bea lapte.

16. Pisica celui care bea apă este siameză.

Care este naționalitatea celui care deține un acvariu cu pești?

Sintetizând datele din enunțul problemei în următorul tabel logic, avem:

Numărul casei	1	2	3	4	5
culoare	galben	albastru	roșu	verde	fildes
naționalitate	norvegian	rus	englez	nipon	spaniol
țigări	Camel	Chesterfield	Marlboro	Pall-Mall	Benson
băuturi	apă	ceai	lapte	cafea	oranjadă
animale	vulpe	cal	melci	zebră	câine

Din tabel rezultă: A. Apă bea norvegianul. B. Niponul are zebră). 5. Sintetizând datele din enunțul problemei și presupunând că toate aceste propoziții, expuse în următorul tabel logic, sunt adevărate, avem:

Numărul casei	1	2	3	4	5
culoare	galben	bleu	roșu	verde	albă
naționalitate	norvegian	danez	englez	german	suedez
țigări	Dunhill	Lucky Strike	Pall-Mall	Kent	Marlboro
băuturi	apă	ceai	lapte	cafea	bere
animale	pisică	cal	cocoș	pește	câine

Din tabel rezultă: Acvariu cu pești posedă germanul.

Problemele non standard este bine de rezolvat în colectiv. Nimic nu contribuie la formarea unei culturi matematice de cugetare și nimic nu înviorează procesul de predare-învățare, ca soluționarea problemelor de logică, care sub bagheta magică a unui profesor iscusit de matematică poate fi ca cea mai fascinantă gimnastică a minții. Rezolvarea problemelor de logică creează mari arii de activitate pentru un profesor cunoscător de materie și plin de ingeniozitate. De exemplu, observând, că cineva a copiat unul de la altul, el nu-i citește notații ci îi propune de a soluționa două probleme specifice pentru moment.

Problemă 4

Verificând tema voastră de acasă, am depistat trei greșeli absolut identice la: Denis, Ion și Gabi. Mi-a fost necesar de a discuta ci fiecare, și iată ce ei mi-au relatat: Denis: „Eu nu am copiat. Aseară am fost în ospeție. Gabi este cea de a copiat”. Ion: „Tema a copiat Gabi. Dar chiar dacă a copiat ea nu va recunoaște. Se poate crede, că în afară de mine, nimeni niciodată nu a copiat!” Gabi: „Eu nu am copiat. Iar Denis a fost într-adevăr în ospeție. Și totuși ea a dovedit și a copiat.” Apoi mi-am dat seama, că fiecare dintre cei trei doar de două ori au fost sinceri, iar câte odată fiecare a fost șmecher.

Acum, încercați de a vă clarifica, cine a copiat tema de acasă?

R: Ion.

Problemă 5

Până la Împăratul Verde a ajuns vestea, că cineva a omorât Zmeul cu trei capete. Împăratul Verde s-a priceput că aceasta este isprava unui dintre cei trei a Împăratului Roșu. El i-a invitat la curte și a început a-i întreba, ca să decidă cui dintre ei să-i dea fata de mireasă și jumătate din împărăție. De câte trei ori fiecare dintre fiii Împăratului Roșu au vorbit. Și iată ce ei au relatat:

Fiul cel mai mare: Eu nu am omorât zmeul. Eu eram în călătorie prin țări străine. Zmeul a fost omorât de fratele cel mai mic.

Al doilea fiu: Zmeul a fost doborât de fratele cel mai mic. El chiar dacă și l-a omorât totuna nu va recunoaște. Încă multă putere hâdoasă a rămas!

Mezinul: Nu eu am omorât zmeul. Eu de multă vreme caut moment de a isprăvi o faptă vitejească. Da fratele mai mare într-adevăr a fost în călătorie peste hotare.

Mai apoi Împăratul Verde a aflat, că fiecare dintre frați a spus de două ori adevăr, iar odată a falsificat vorba. Totuși cine a omorât zmeul?

R: Al doilea fiu.

Problemă 6

S-au întâlnit doi vechi colegi de facultate, ambii amatori de probleme logice, care nu s-au văzut de vre-o 10 ani. Să-i notăm prin A și B . Dialogul dintre ei a urmat în felul următor:

A – Bună ziua! Cum o mai duci cu viața?

B – Mersi Bătrâne, binișor. Sunt căsătorit, am trei feciori de vârstă diferită.

A – Bine dar câte câți ani au feciorii tăi?

B – Produsul vârstelor este 36, suma vârstelor este egală cu 14.

A – (după puțină cugetare...) Datele acestea nu sunt îndeajuns.

B – Ei bine! Fiul mai mare seamănă leit cu mine, dar are ochi albaștri.

A – Asta-i altă treabă! Totul este clar.

Determinați vârsta fiilor.

R:

Problema se rezolvă prin metoda probelor începând cu calcularea numerelor vârstelor copiilor ce dau în produs 36:

Vârstele copiilor ce în produs sunt egale cu 36			Răspunsuri
1	1	36	Nu este posibil așa decalaj între ani
1	2	18	Nu satisface condiția
1	3	12	Nu satisface condiția
1	4	9	Condiția este satisfăcută
1	6	6	NU satisface condiția că un frate este mai mare
2	2	9	Condiția este satisfăcută
2	3	6	Condiția este satisfăcută

2	6	3	Nu satisface condiția
3	3	4	Condiția este satisfăcută

Copilul mai mic nu poate avea mai mult de 2 ani și condiția că $1 + 4 + 9 = 14$.

Problemă 7

S-au întâlnit doi vechi colegi de facultate, ambii amatori de probleme logice, care nu s-au văzut de vreo 10 ani. Să-i notăm prin A și B . Dialogul dintre ei a urmat în felul următor:

A – Bună ziua! Cum o mai duci cu viața?

B – Mersi Bătrâne, binișor. Sunt căsătorit, am trei feciori.

A – Bine dar câte câți ani au feciorii tăi?

B – Produsul vârstelor este 36, iar suma vârstelor este mai mică decât o treime din 36, adică numărul troleului care numai ce a trecut.

A – (după puțină cugetare...) Datele acestea nu sunt îndeajuns.

B – Am doi fii gemeni, iar cel mai mare e roșcovan.

A – Și încă? Vârsta dintre ei?

B – E mărișoară.

Determinați vârsta fiilor.

R: 2 ani, 2 ani și 9 ani Vezi problema precedentă. $2 + 2 + 9 = 13$.

Problemă 8

O fetiță are trei frățiori. La întrebarea ce vârstă au ei ea a răspuns: Produsul vârstelor lor este egal cu 36. Doi dintre ei sunt gemeni. Cel mai mic are ochii albaștri. Care este vârsta frățiorilor?

R: 1 an, 6 ani și 6 ani.

Problemă 9

Dacă am lua o bucată de hârtie și am îndoii-o o dată, apoi încă o dată și așa de 20 ori, ce grosime ar avea teancul de hârtie pus unul peste altul? Dar 220 ori?

R: Problema pare a fi șugubeață. Ce grosime poate avea un ziar îndoit de 20 ori? Însă în acest caz este vorba de o progresie geometrică cu rația $1/2$ care are suma a

primilor douăzeci de termeni $S_{20} = \frac{b_1(q^{20} - 1)}{q - 1} = \frac{1(2^{20} - 1)}{2 - 1} = 2^{20} - 1 = 1048576$ rânduri de

grosimi de ziar. Dacă presupunem că grosimea ziarului este de 0,06 mm, atunci grosimea acestui ziar îndoit de 20 ori și bine tipărit ar fi $1048576 \times 0,06 \text{ mm} = 62914,5 \text{ mm} = 62,9145 \text{ m}$. Se pare că dacă un etaj a unei case de locuit are aproximativ 2,6 – 2,9 m înălțime, apoi s-ar compara cu o clădire cam de 22 etaje înălțime. Se poate și mai simplu: la prima îndoire avem 2 file sau 2^1 ; la a doua îndoire avem 4 file sau 2^2 ; la a treia îndoire avem 8 file sau 2^3 ; la a patra îndoire

avem 16 file sau 2^4 și așa de fiecare dată se dublează la fiecare îndoitură până la a 20-a îndoire. În final avem îndoite 2^{20} file. În continuare urmează raționamentul de mai sus: $2^{20} = 2^{10} \times 2^{10} = 1024 \times 1024 = 1048576$ file (deoarece $2^{10} = 1024$). Considerând grosimea unei file de 0,06 mm avem $1048576 \times 0,06 \text{ mm} = 62914,5 \text{ mm} = 62,9145 \text{ m}$ sau 22 etaje. De 220 ori de îndoit este lipsit de sens deoarece se obține un număr fantastic de mare.

Problemă 10

Jumătatea este egală cu o treime dintr-un număr oarecare. Care este numărul?

R: Dacă o treime din acest număr este $1/2$, atunci însăși acest număr este $3 \times 1/2 = 3/2$.

Problemă 11

Problemă antică

Dacă sfertul din 20 este 4, atunci cât va fi o treime din 10?

R: Sfertul din 20 este 4, dar în conformitate cu condiția din enunț, numărului 5 îi corespunde numărul 4. A treia parte din 10 este $10/3$, dar lui îi corespunde numărul $4/5 \times 10/3 = 8/3$. Rezultă, că numărul căutat este $8/3 = 2\frac{2}{3}$.

Bibliografie

1. KULITCHIN, I.N. *Metode euristice în structurile de soluționare*. Moscova: Pedagogica, 1970, 232 p.
2. PETRACOV, I.S. *Matematica pentru cei curioși. Carte pentru elevii claselor 8-11*. Moscova: Prosveșcenie, 2000, 256 p.
3. POLYA, G. *Descoperirea în matematică. Euristica rezolvării problemelor*. București: Editura științifică, 1971, 501 p.
4. POLYA, G. *Cum se rezolvă problema*. Lvov: Kvantor, 1991, 215 p.

ORGANIZAREA BIBLIOTECILOR – O NEESTIMATĂ MOȘTENIRE**Natalia COJOCARU**, Leicester, Marea Britanie<https://orcid.org/0009-0005-7493-4919>

Rezumat. Biblioteca ce conținea zeci de mii de „cărți” – tăblițe de lut din toate domeniile cunoscute în timpurile acelea. Tăblițele erau împărțite pe ramuri de specialitate, în funcție de conținut. La fiecare stelaj se afla o etichetă din lut, de mărimea degetului mic, unde era menționat domeniul din care face parte grupa respectivă de cărți. Modalitatea se aseamănă foarte mult cu clasificarea actuală: Istorie, Matematică, Limbă etc.

Cuvinte cheie: Cărți de lut, bibliotecă, Așșurbanipal, civilizația mesopotamiană.

Abstract. Library containing tens of thousands of „books” – clay tablets of all known domains at that time. The tablets were divided into specialty branches, depending on the content. At each stelage there was a clay label, the size of the little finger, where the domain of the respective group of books was mentioned. The modality is very similar to the current classification: History, Mathematics, Language, etc.

Keywords: Books of clay, library, Ashshurbanipal, Mesopotamian civilization.

În urma săpăturilor arheologice în fosta capitală a marelui imperiu asirian, orașul Ninive (*azi Kuyunjik, nu departe de Mosul, Irak*), au fost descoperite rămășițele primei biblioteci din lume. Arheologii au descoperit nu o singură dată în fosta Mesopotamie depozite mari de tăblițe de lut. Astfel de depozite au fost evaluate la Nippur, la Senkereh (*fostul oraș antic Larsa*) și în alte localități, dar s-a adevărit că în toate cazurile aceste depozite erau atașate pe lângă temple sau palate regești. Doar marele depozit de la Ninive s-a dovedit a fi o adevărată bibliotecă, care, după estimările arheologilor, conținea peste 30000 de tăblițe de lut, 25000 din ele au putut fi identificate. Acesta nu a fost o simplă îngrămădire de cărți selectate la întâmplare, ci un depozit ce s-a format în mod organizat și dirijat pe parcursul a mai mulți ani.

Cărțile au fost selectate cu mare grijă, atenție și în mod special organizat de oameni competenți, în conformitate cu indicațiile stăpânului bibliotecii – regele Asiriei Așșurbanipal – o persoană de o cultură și inteligență fără seamăn pentru acele timpuri, un politician și diplomat iscusit. El cunoștea scrisul cuneiform, în afară de limba akkadiană, cunoștea limba sumeriană, poseda un mare talent de literator, era cunoscut cu arta arhitecturii, a obținut vaste cunoștințe matematice și astronomice, a studiat arta conducerii statului, era cunoscut ca un constructor excelent. Acest om de o cultură rară nu a procedat ca un jefuitor, prădând vechile arhive. El a acționat cu totul altfel decât mulți regi ai antichității, chiar și decât Ptolomeu, care a înființat, mult mai apoi, biblioteca din Alexandria, adunând tot ce putea aduna. Așșurbanipal de mic nu a fost pregătit să fie rege, deoarece înaintea lui era un frate mai mare, care după toate regulile cunoscute era

succesorul legitim la tron. Așșurbanipal a fost pregătit pentru cariera de preot și în această privință a obținut o educație corespunzătoare aleasă. Iată cum se caracterizează el însuși: „*Eu am distins înțelepciunea lui Nabu (fiul lui Marduk, zeul babilonian al înțelepciunii, scrierii și matematicii), toate artele scribilor, am însușit cunoștințele tuturor meșterilor și meșteșugarilor care sunt în lume.*” Tatăl său, regele Așșahardon, din motive necunoscute, în anul 672 î.Hr. îl urcă pe tronul imperiului asirian, în locul fratelui său. Iată acest om cult a trimis în toate colțurile marelui său imperiu scribi, cărora le-a dat porunca să execute copii veridice de pe cărțile vechi ce se păstrau în diferite temple și palate regesti fără nici o cât de mică schimbare. În realizarea acestui mare proiect al antichității nu era admisă nici cea mai mică abatere sau neglijență față de originalul dat. Scribul avea obligația de a copia textul vechi cu toată minuțiozitatea, semn cu semn, și nu doar să-l copieze, dar și să confrunte copia cu originalul. Din care cauză, pe foarte multe tăblițe de lut apare inscripția: *Kima labirișu șatirma bari*, ceea ce înseamnă: „*Copiat după originalul vechi, apoi confruntat*”.

Copierea textelor nu se efectua în mod mecanic, ci se ținea cont de înlocuirea unor semne ieșite din uz cu altele mai noi, mai accesibile pentru epoca dată. În unele cazuri se sustrăgea doar o parte din text, adică se copia numai părțile care prezentau un anumit interes și erau importante pentru păstrare.

Astfel, într-un timp relativ scurt, a fost completată, pentru prima dată în lume, o bibliotecă ce conținea zeci de mii de „*cărți*” – tăblițe de lut din toate domeniile cunoscute în timpurile acelea. Tăblițele erau împărțite pe ramuri de specialitate, în funcție de conținut. La fiecare stelaj se afla o etichetă din lut, de mărimea degetului mic, unde era menționat domeniul din care face parte grupa respectivă de cărți. Modalitatea se aseamănă foarte mult cu clasificarea actuală: *Istorie, Matematică, Limbă* etc. Și, desigur, ca în orice bibliotecă, cărțile cele mai des solicitate erau expuse în mai multe exemplare. Datorită acestor multiple copii, arheologii, în multe cazuri, au putut să restabilească textul integral al multor tăblițe de lut deteriorate. Pe multe cărți se putea citi o inscripție, care justifica apartenența operei date bibliotecii în cauză. Iată ce scria pe această pecete: „*Palatul lui Așșurbanipal, regele Universului, regele Asiriei*”.

Stocarea și arhivarea „*cărților*” – tăblițelor de lut – în această bibliotecă era ordonată într-un mod aproape de sensul modern al teoriei bibliografice. Existau cataloage, desigur nu ca cele moderne, dar aveau menirea de a ajuta să fie găsită tăblița respectivă și ele satisfăceau pe deplin necesitățile bibliotecarilor mesopotamieni. În partea de jos a fiecărei tăblițe era scris titlul cărții, iar alături – numărul filei, adică a paginii. Ca titlu al „*cărții*” serveau, de obicei, primele cuvinte ale textului, așa cum uneori obișnuiesc poeții să dea titlu unei poezii.

De exemplu, la Eminescu sunt atestate următoarelor poezii, care au titlul ce coincide cu primul rând din textul ei:

„Cu gânduri și cu imagini...”

„Tu mă privești cu marii ochi...”

„Zadarnic șterge vremea...”

„De vorbiți mă fac că n-aud...”

„Ai noștri tineri...”

„În fereastra despre mare...” etc.

Pentru ca lucrul cu „cartea” să fie cât mai eficient, scribii mesopotamieni au inventat o metodă, și anume repetarea ultimului rând al fiecărei tăblițe la începutul celei următoare. Această metodă, într-o măsură oarecare, s-a păstrat până către sfârșitul secolului al XVIII-lea, doar că nu se repeta toată fraza, ci numai ultima silabă. Această metodă s-a păstrat și la primele cărți tipărite. De exemplu, în cartea *Elemente aritmetice arătate firești...* de Amfilohie Hotiniul (1789), fiecare pagină începe cu imprimarea în colțul de sus din partea din afară a paginii a ultimei silabe de pe pagina precedentă, apoi mai jos este scris textul.

Biblioteca avea și un sector de arhivă unde erau adunate, depozitate și păstrate cele mai diferite documente: convenții, legi, date asupra impozitelor adunate,

Această bibliotecă, în care, în conformitate cu datele arheologice mai recente, se păstrau peste 100000 de documente, selectate și adunate în decursul a peste 3000 de ani, este o adevărată comoară pentru savanții moderni. Printre ele: corespondența diplomatică dintre state, tratate, registrele unde se aflau trecute veniturile și cheltuielile templelor și palatelor, rapoarte în legătură cu jertfele și darurile aduse zeilor, documente cu privire la construirea și repararea unor canale, palate, temple sau case, irigarea câmpurilor, cumpărarea și vânzarea animalelor sau robilor, confecționarea veșmintelor și a îmbrăcăminteii ordinare și încă multe altele: plângeri, acte de contabilitate a gospodăriei regale, dări de seamă ale construcțiilor mari: palate, zigurate, temple, drumuri de comunicații, canale, comunicări ale astronomilor, răbojuri, rugăciuni, mituri etc., care aparțineau mileniilor IV-II î.Hr. Cele mai valoroase opere: Epopeea lui Ghilgameș, poemul cosmogonic „*Enuma -eliș*”, Codul de legi a lui Namurappi.

De remarcat că de unele mărfuri s-au valorificat și se expediau – vite, arme, grâne, piei, vin, țesături, ceramică etc. – erau anexate etichete din lut, pe care se indica denumirea, cantitatea, calitatea și costul mărfii – un fel de răboj din lut, a cărui copie se păstra în bibliotecă. Cu astfel de răbojuri din lut, prinse la gât, erau transportați sclavii, acestea ne-au fost transmise prin intermediul copiilor depozitate în biblioteci.

Tot atât de bogate erau sectoarele științifice și religioase, unde se aflau copii a numeroase cărți selectate de prin arhivele palatelor și templelor din întregul imperiu, toate

aceste documente indică cert, că cultura europeană s-a inspirat și a evoluat în conformitate cu metoda genetic-istorică de cercetare din creațiile realizate de către reprezentanții civilizației mesopotamiene, care însumează creațiile a trei popoare care au activat în această zonă: sumerienii, akkadienii și asirienii.

Datorită „cărților de lut”, se poate reconstitui tabloul vieții întregii societăți a uneia dintre cele mai prospere civilizații din lumea antică în toată plinătatea ei – cu nenumărate și cele mai fine detalii în ce privește obiceiurile, credințele, moravurile, știința. În paralel, doar datorită acestor surse informaționale, putem stabili evenimentele cele mai importante ale istoriei, culturii și științei civilizației mesopotamiene, să pătrundem în raporturile social economice ale acestor popoare, să cunoaștem cultura, știința, realizările matematice și tehnice, arta ei.

Bibliografie

1. ALBU, A. C. *O istorie a matematicii*. Antichitatea până la secolul VI (XIII). Pitești: Nomina, 2009, 457 p.
2. BOTH, N. *Istoria matematicii*. Cluj Napoca: ALC MEDIA GRUP. 1999, 256 p.
3. BRAUNSTEIN, F. *Istoria civilizațiilor*. București: Lider, 2009, 303 p.
4. CONSTANTIN, D. *Pe urmele vechilor civilizații*. București: Editura Sport și Turism, 1987, 208 p.

METODOLOGIA CERCETĂRII FUNCȚIILOR DEFINITE PARAMETRIC**Dumitru COZMA**, dr. hab., profesor universitar<https://orcid.org/0000-0003-4794-1935>

Universitatea Pedagogică de Stat “Ion Creangă” din Chișinău

Rezumat. În lucrare se definesc și se studiază funcțiile definite parametric. Se descriu etapele de cercetare a unei funcții definite parametric și metodologia construcției graficului ei.

Cuvinte cheie: funcții definite parametric, parametrizare, curbă algebrică.

Abstract. In this paper parametrically defined functions and studied. The steps of stufing a parametrically defined function and the methodology of graph construction are described.

Keywords: parametric defined function, parametrization, algebraic curve.

Introducere

În matematică se cunoaște metodologia cercetării funcțiilor definite explicit $y = f(x)$, $x \in A$, $A \subset \mathbb{R}$ și etapele de construcție a graficului funcției. În diverse aplicații se întâlnesc funcții care se definesc implicit prin ecuații de forma $F(x, y) = 0$, care nu pot fi rezolvate în raport cu una dintre variabilele x sau y . În astfel de cazuri, pentru a cerceta funcția și a construi graficul ei, se folosește parametrizarea ecuației, adică se determină o pereche de funcții de forma

$$x = x(t), \quad y = y(t), \quad a \leq t \leq b,$$

încât $F(x(t), y(t)) \equiv 0$, pentru orice t din intervalul $a \leq t \leq b$.

Problema parametrizării funcțiilor apare la studiul curbelor algebrice din geometria analitică, rezolvarea unor ecuații, rezolvarea sistemelor de ecuații algebrice, calcularea unor integrale. Este cunoscută parametrizarea curbelor algebrice remarcabile, cum ar fi: elipsa, cardioida, strofoida, cicloida, astroida, foliul lui Descartes etc. Aceste parametrizări nu întotdeauna sunt reprezentate de funcții algebrice.

Funcții definite parametric

Definiția 1. Prin curbă plană definită parametric vom înțelege mulțimea de puncte $M(x, y)$ ale planului Oxy , coordonate x, y ale cărora sunt determinate de relațiile

$$x = x(t), \quad y = y(t), \quad a \leq t \leq b, \quad (1)$$

unde funcțiile $x(t)$, $y(t)$ sunt continue pe intervalul închis $[a, b]$.

Relațiile (1) se numesc *ecuațiile parametrice* ale curbei plane γ , sau simplu parametrizarea curbei γ (Figura 1).

Dacă funcția $x = \varphi(t)$ este strict monotonă pentru orice t din intervalul $a \leq t \leq b$, atunci există funcția inversă ei $t = \Phi(x)$, care este univocă, continuă și strict monotonă.

De aceea putem considera variabila y ca o funcție, care depinde de variabila x prin intermediul variabilei t , numită parametru $y = \psi(\Phi(x))$.

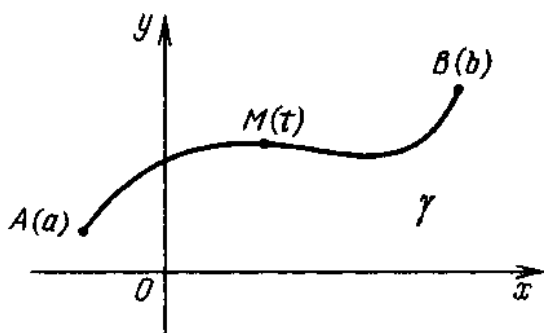


Figura 1

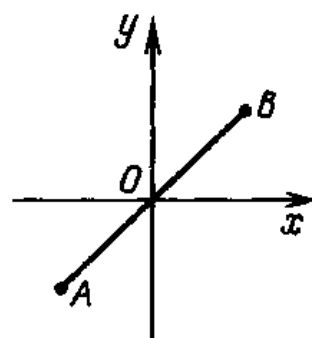


Figura 2

Una și aceeași curbă plană γ poate fi descrisă prin diferite ecuații echivalente, care pot fi considerate ca diverse parametrizări ale curbei.

Exemplul 1. Fie curba γ (Figura 2) descrisă de ecuațiile

$$x = t, \quad y = t, \quad -1 \leq t \leq 1.$$

Această curbă poate avea și următoarele parametrizări:

- a) $x = \tau^3, \quad y = \tau^3, \quad -1 \leq \tau \leq 1;$
- b) $x = \ln \tau, \quad y = \ln \tau, \quad e^{-1} \leq \tau \leq e;$
- c) $x = \tau|\tau|, \quad y = \tau|\tau|, \quad -1 \leq \tau \leq 1;$
- d) $x = \begin{cases} \tau, & -1 \leq \tau < 0, \\ 2\tau, & 0 \leq \tau \leq 1/2, \end{cases} \quad y = \begin{cases} \tau, & -1 \leq \tau < 0, \\ 2\tau, & 0 \leq \tau \leq 1/2. \end{cases}$

Teorema 1. Fie funcția $y = f(x)$ definită parametric de ecuațiile (1), unde:

- 1) $\varphi(t)$ și $\psi(t)$ sunt definite pe intervalul $[a, b]$;
- 2) $x = \varphi(t)$ este continuă și strict monotonă pe intervalul $[a, b]$;
- 3) $x = \varphi(t), \quad y = \psi(t)$ sunt diferentiabile în punctul $t \in (a, b)$ și $\varphi'(t) \neq 0$.

Atunci funcția $f(x)$ este diferentiabilă în punctul x , unde $x = \varphi(t)$ și

$$y'(x) = \frac{y'(t)}{x'(t)}. \quad (2)$$

Definiția 2. Curba plană γ se numește *netedă de ordinul s în raport cu parametrizarea*

$$x = x(t), \quad y = y(t), \quad a \leq t \leq b,$$

dacă funcțiile $x(t), \quad y(t)$ sunt netede de ordinul s ($s \geq 1$) pe intervalul $[a, b]$.

Definiția 3. Punctul $M(t_0), \quad a \leq t_0 \leq b$ al curbei netede plane γ se numește *punct singular* dacă se realizează egalitățile $x'(t_0) = 0, \quad y'(t_0) = 0$.

Fie în punctul $t_0 \in (a, b)$ funcțiile $x = x(t)$ și $y = y(t)$ sunt derivabile și $x'(t_0) \neq 0$, atunci există tangenta la curbă în punctul ei $M_0(x_0, y_0)$, unde $x_0 = x(t_0), \quad y_0 = y(t_0)$. Ecuația tangentei are forma

$$y - y_0 = \frac{y'(t_0)}{x'(t_0)}(x - x_0).$$

Dacă curba plană γ este definită parametric de ecuațiile (1), atunci curbura ei în punctul $M(t)$ se calculează după formula

$$k(t) = \frac{|x'(t)y''(t) - x''(t)y'(t)|}{([x'(t)]^2 + [y'(t)]^2)^{3/2}}. \quad (3)$$

Teorema 2. Punctul $M_0(t_0)$ al curbei plane γ , definită parametric de ecuațiile $x = x(t)$, $y = y(t)$, este punct de inflexiune dacă și numai dacă se realizează condițiile

$$k(t_0) = 0, \quad k'(t_0) \neq 0. \quad (4)$$

Cercetarea funcțiilor definite parametric

Vom considera funcții definite parametric de ecuațiile (1), unde $x(t)$ și $y(t)$ sunt continue pe intervalul $[a, b]$. La cercetarea funcției (1) vom ține cont de următoarele:

1. Se studiază funcțiile $x = x(t)$ și $y = y(t)$

La construcția curbei definită de ecuațiile (1), mai întâi se determină intervalele de variație ale parametrului t , în care funcțiile $x = x(t)$ și $y = y(t)$ sunt monotone. Pe intervalele de monotonie ale funcției $x = x(t)$ ($y = y(t)$) curba poate fi analizată ca funcție $y = y(x)$ ($x = x(y)$), respectiv. Prin urmare, pentru a construi o curbă, este important să studiem:

- intervalele de creștere (descreștere) ale funcțiilor $x = x(t)$ și $y = y(t)$;
- asimptotele verticale;
- asimptotele oblice.

Studiul funcțiilor (1) cu ajutorul derivatei de ordinul doi nu întotdeauna trebuie realizat. Rezultatele obținute la studiul funcțiilor $x = x(t)$ și $y = y(t)$ se prezintă într-un tabel și sunt reflectate pe plan prin schițe ale graficului.

2. Se determină intervalele de monotonie ale funcției

Se calculează derivata funcției definite parametric $y'(x)$ după formula (2), apoi:

a) Se determină punctele critice ale funcției. Ele divizează domeniul de definiție al funcției în intervale unde derivata $y'(x)$ are semn constant. Aflăm semnul derivatei în intervalele obținute și astfel găsim intervalele de monotonie ale funcției definite parametric.

b) Se află extremele locale ale funcției și punctele în care tangenta la curbă este verticală (derivata $y'(x)$ în aceste puncte se transformă în infinit).

c) Se determină punctele singulare ale graficului funcției;

d) Rezultatele studiului se introduc într-un tabel:

	Cazul 1	Cazul 2	Cazul 3	Cazul 4
$x(t)$	↗	↗	↘	↘
$y(t)$	↗	↘	↗	↘
$y'_x(t)$	+	-	-	+
Curba	↗	↘	↘	↗

3. Se utilizează rezultatele studiului funcțiilor $x = x(t)$ și $y = y(t)$ la determinarea asimptotelor curbei definite parametric

Se calculează limitele $\lim_{t \rightarrow t_0} x(t)$ și $\lim_{t \rightarrow t_0} y(t)$ în punctele t_0 situate pe frontiera domeniului de definiție $D(t)$. Dacă:

- ambele limite sunt finite, atunci se determină tangenta la curbă în punctul

$$x_0 = \lim_{t \rightarrow t_0} x(t), y_0 = \lim_{t \rightarrow t_0} y(t).$$

- una dintre limite este finită, iar a doua este infinită, atunci curba are asimptotă orizontală $y = y_0$ sau verticală $x = x_0$.
- ambele limite sunt infinite, atunci se determină asimptota oblică prin calcularea limitelor (dacă una din aceste limite nu există, atunci nu avem asimptote oblice):

$$k = \lim_{t \rightarrow t_0} \frac{y(t)}{x(t)}, b = \lim_{t \rightarrow t_0} (y(t) - kx(t)). \quad (5)$$

4. Se determină intervalele de concavitate și convexitate. Punctele de inflexiune

Intervalele de concavitate și convexitate ale curbei sunt intervalele pe care este definită funcția $y = y(x)$ și ele sunt determinate după semnul derivatei de ordinul doi. Se folosește formula pentru derivata a doua a funcției definite parametric

$$y''(x) = \frac{y''(t)x'(t) - y'(t)x''(t)}{(x'(t))^3}. \quad (6)$$

Se determină punctele de inflexiune ale curbei definite parametric (1), concavitatea și convexitatea în fiecare din intervalele mărginite de punctele de inflexiune sau punctele în care derivata de ordinul doi nu există.

Punctele de inflexiune ale curbei se determină pe intervalele parametrului t pe care există funcția $y = y(x)$ și se cercetează similar cazului acestei funcții.

5. Se găsesc punctele de autointersecție ale graficului funcției din sistemul

$$\begin{cases} x(t_1) = x(t_2) \\ y(t_1) = y(t_2) \end{cases}, \quad t_1 \neq t_2. \quad (7)$$

6. Se analizează rezultatele și se construiesc schițe ale graficului funcției

Rezultatele studiului obținute la această etapă, ne permit să construim o schiță a curbei care ne indică punctele principale ale ei și ne sugerează aproximativ poziția relativă a punctelor singulare ale curbei. O astfel de analiză este necesară pentru a verifica rezultatele ulterioare ale studiului curbei folosind derivata.

Construcția curbei începe cu reprezentarea pe planul de coordonate a asimptotelor verticale și oblice (orizontale) ale curbei și a punctelor de intersecție ale curbei cu axele de coordonate. Informația obținută pentru intervalele de creștere și descreștere ale funcțiilor $x = x(t)$ și $y = y(t)$ se utilizează la construcția curbei și la determinarea valorilor parametrului t pentru care curba se apropie de asimptotă.

7. Se cercetează simetria graficului funcției

Graficul funcției este simetric:

- în raport cu punctul (a, b) , dacă pentru orice t există așa valoare t_1 , încât

$$\begin{cases} x(t) + x(t_1) = 2a, \\ y(t) + y(t_1) = 2b. \end{cases} \quad (8)$$

- în raport cu dreapta $ax + by + c = 0$, dacă pentru orice t există așa valoare t_1 , încât

$$\begin{cases} a(x(t_1) + x(t)) + b(y(t_1) + y(t)) + 2c = 0, \\ b(x(t_1) - x(t)) = a(y(t_1) - y(t)). \end{cases} \quad (9)$$

- în raport cu dreapta $y = x$, dacă pentru orice t are soluție următorul sistemul

$$\begin{cases} x(t) = y(t_1), \\ y(t) = x(t_1). \end{cases} \quad (10)$$

Unele aplicații ale funcțiilor definite parametric

Funcțiile definite parametric pot fi utilizate și la rezolvarea unor ecuații, la rezolvarea sistemelor de ecuații algebrice, la calcularea unor integrale, etc.

Exemplul 2. Să se rezolve sistemul de ecuații

$$\begin{cases} x^3 + x^2 - y^2 = 0, \\ 2x + 3y + 2 = 0. \end{cases} \quad (11)$$

Soluție. O metodă de rezolvare a sistemului este să exprimăm necunoscuta y din a doua ecuație a sistemului

$$\begin{cases} 9x^3 + 5x^2 - 8x - 4 = 0, \\ y = (-2 - 2x)/3, \end{cases}$$

și să reducem prima ecuație la o ecuație cubică. Rezolvând ecuația cubică obținem soluțiile sistemului (11). O altă metodă este să parametrizăm prima ecuație a sistemului.

Notăm $y = t \cdot x$, atunci

$$x^3 + x^2 - y^2 = x^3 + x^2 - t^2 x^2 = x^2(1 - t^2 + x) = 0.$$

Din această ecuație găsim

$$x = t^2 - 1.$$

Deci ecuația $x^3 + x^2 - y^2 = 0$ admite parametrizarea

$$x = t^2 - 1, \quad y = t(t^2 - 1). \quad (12)$$

Substituim în a doua ecuație sistemului (12) și obținem ecuația

$$t(3t^2 + 2t - 3) = 0,$$

care are 3 soluții reale

$$t_1 = 0, \quad t_2 = \frac{-1 + \sqrt{10}}{3}, \quad t_3 = \frac{-1 - \sqrt{10}}{3}.$$

Substituim aceste valori în (12) și găsim soluțiile sistemului (11):

$$S = \left\{ (-1; 0), \left(\frac{2(1 - \sqrt{10})}{9}; \frac{2(-11 + 2\sqrt{10})}{27} \right), \left(\frac{2(1 + \sqrt{10})}{9}; \frac{2(-11 - 2\sqrt{10})}{27} \right) \right\}.$$

Concluzii

Definirea parametrică a unei funcții (curbe) are următoarele priorități:

- este convenabilă la construcția graficului funcției (curbei) și poate fi ușor utilizată în Softurile matematice la computer pentru vizualizarea ei;
- formulele analitice ce descriu curba au o formă simplă;
- se poate urmări cum la variația parametrului t are loc descrierea geometrică a ei.
- Ca neajuns la definirea parametrică a unei curbe putem menționa:
- nu există o parametrizare unică pentru una și aceeași curbă;
- nu există o abordare unică pentru determinarea punctelor singulare ale curbei.

Bibliografie

1. ШИШКИН, Е.В.; ФРАНК-КАМЕНЕЦКИЙ, М.М. *Кривые на плоскости и в пространстве*. Москва: ФАЗИС, 1997. 336 с.
2. САВЕЛОВ, А.А. *Плоские кривые*. Москва: ГИФМЛ, 1960. 294 с.
3. УОКЕР, Р. *Алгебраические кривые*. Москва: Изд. инос. лит., 1952. 236 с.
4. FULTON, W. *Algebraic curves*. Addison – Wesley publication, 2008. 129 p.
5. SENDRA, R.J.; WINKLER, F.; PÉREZ-DÍAZ, S. Rational algebraic curves. A computer algebra approach. Springer Science & Business Media, 2007. 270 p.

METROLOGIA ȘI SISTEMUL DE MĂSURI LA MESOPOTAMIENI**Mihaela Ionica DIACONU**, profesor de matematică gradul I<https://orcid.org/0009-0006-9413-3569>

Vrancea, România

Rezumat. A rezolva o problemă non standard – înseamnă a evidenția legăturile și relațiile atestate între anumite noțiuni, „ascunse” în condițiile problemei, și de a le expune în raționamente, restabilind astfel structura logică a întregului conținut, care poate permite de a lansa urmările logice necesare și concluziile care rezultă, pentru a da răspunsul adecvat.

Cuvinte cheie: Metrologie, sistem de măsuri, etaloane, invariante.

Abstract. To solve a non-standard problem - means to highlight the connections and relationships attested between certain notions, "hidden" in the conditions of the problem, and to expose them in reasonings, thus restoring the logical structure of the entire content, which can allow to launch the necessary logical consequences and the resulting conclusions, to give the appropriate answer.

Keywords: Metrology, measurement system, standards, invariants.

Babilonienii au inventat etaloane (*unități*) de măsură originale pentru măsurarea maselor, lungimilor, ariilor suprafețelor și a volumelor corpurilor. Practic în toate părțile sociale ale populațiilor ce conviețuiau această regiune circula un dicton cunoscut *Mene, mene, teqel ufarsin*, având sensul *numără, cântărește, împarte corect* [1, 2, 3, 4, 5]. Aceste popoare aveau în sânge asemenea tendințe și trăsături de caracter, ca principialitatea, punctualitatea și cumpănirea. Inițial, aceste etaloane erau complet lipsite de orice precizie sau de vreo logică de subordonare, de altfel, cum a fost la oricare civilizație antică. De exemplu, lungimile se măsurau cu *degetul, palma* sau *cotul, piciorul*. Aceasta ducea mereu la diverse litigii și neînțelegeri între părțile implicate. Rezultatele măsurărilor variau mereu, fiind calculate în funcție de loc sau de dimensiunile fiziologice ale corpului celui ce le executa. În decursul veacurilor, unitățile de măsură pentru masă, lungime, suprafețe și volume au fost aduse la un sistem unitar, lucru cerut de interesele de stat și de negoț, atât în interiorul țării, cât și peste hotare. Aceste etaloane tot timpul cunoșteau o dezvoltare în ascensiune și renovare continuă, așa cum cerea nivelul de dezvoltare a societății, științei, tehnicii etc.

Metrologia mesopotamiană conținea, ca și oricare altă metrologie antică, etaloane de măsură care erau cât mai la îndemână omului în activitatea lui cotidiană: *bobul de orz, degetul, cotul, pasul, trestia sau frânghia, măgarul, fântâna, patul* etc.

Unitățile de măsură din Babilon au specificul divizării în câte 60 de părți multiple, la fel ca și sistemul de numerație. Aceasta s-a constituit istoricește în următorul mod:

60 era considerat ca unitate mai mare ca cele primare și aceasta, după părerea mai multor istorici în domeniul matematicii ca O. Neugebauer, F. Thureau – Danguin ș.a., firește

a devenit de la sine baza sistemului de numerație. Se subliniază că această selectare rezultă din metrologie. Raporturile unităților de măsuri și a părților multiple s-au constituit istoricește, atât ca măsură a masei, cât și a valorilor bănești/valutare, având desigur în mod corespunzător aceeași numire și același raport:

1 talant = 60 mine (ma-na);

1 mina = 60 șecheli.

În aceste condiții, dacă o unitate este de 60 de ori mai mare decât alta, atunci în mod firesc a doua este de 60 de ori mai mică decât prima. În sfera numerelor pure nu are nici o prioritate alegerea $\frac{1}{60}$ ca unitate primară, adică ca o nouă unitate de măsură, pe când în sfera unităților bănești/valutare aceasta revine în mod firesc de la sine. Aceasta a avut de loc, firește, presupune specialistul în domeniul Istoriei Matematicii Van der Varden, așa cum s-a produs la romani cu măsura *uncia*, având deprinderea de a exprima fracțiile de tipul $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{6}$ sub formă de o nouă unitate de măsură – *uncia* egală cu $\frac{1}{12}$ *ass*.

Unități de măsură pentru lungimi

Unitățile de măsură din Babilon au specificul divizării în câte 60 de părți multiple, la fel ca și sistemul de numerație. Aceasta s-a constituit istoricește în următorul mod:

1 șeum (bobul de orz) \approx 2,77 mm (lățimea) – dintre semințele gramineelor bobul de orz era invariant;

1 dejet (ubanu) = 24,7 mm;

1 palmă = 4 degete = 98,8 mm;

1 cot (ammatu) = 5 palme \approx 0,494 sau 0,518 m = 20 sau 30 degete; în alte surse este atestat 59,44 cm.

1 trestie (frânghie) (qanu sau asilu) = 6 sau 7 coturi;

1 măgar (la ce distanță maximă poate fi auzit răgetul măgarului).

Unități de măsură pentru mase

Cea mai mică unitate de măsură pentru masă a devenit *bobul de orz* – în babiloniana veche *șeum*. În mileniul I î.Hr., bobul de orz deja își pierduse importanța sa ca unitate de măsură pentru masă, datorită dezvoltării continue a târguiei și, în special, a monedei de schimb, care era acceptată la moment. În locul *șeumului* încep să fie utilizate diverse părți dintr-un *șechel*, cele mai frecvente fiind: $\frac{1}{24}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{3}$ și $\frac{1}{2}$. Acești submultipli ai unității de măsură mai mari cu timpul devin mai curente sau mai frecvent utilizate și obțin denumiri speciale acceptate în sens cât mai larg.

Unitățile de măsură pentru masă:

1 še = 0,05 g;

1 șeum (*bobul de orz*) \approx **46,75** mg;

1 șechel = **180** șeumi (*boabe de orz*) \approx **8,33** g – **8,4** g;

1 sila = **400** g;

1 qata = $\frac{1}{3}$ șechel;

1 mișlu (*zuzu*) = $\frac{1}{2}$ șechel;

1 tu = $\frac{1}{4}$ șechel;

1 sila = **400** g = **0,4** l;

1 kurru = **300** sila = **121** l;

1 mină (*în sumeriană - mana, în akkadiană – manu*) = **60** șecheli \approx **550** g;

1 talant (*în sumeriană - gun, în akkadiană - biltu*) = **60** mine \approx **33,5** kg (*la aur*) sau **33,0** kg (*la tămâie*).

Unitățile de măsură pentru masă au obținut, datorită comerțului intens o largă răspândire în lumea antică, depășind considerabil hotarele civilizației mesopotamiene. Fiind supuse modificărilor necesare doar în corespundere cu cerințele și circumstanțele timpului, aceste etaloane au existat până în secolul al XVIII-lea în multe țări din Asia și din Europa.

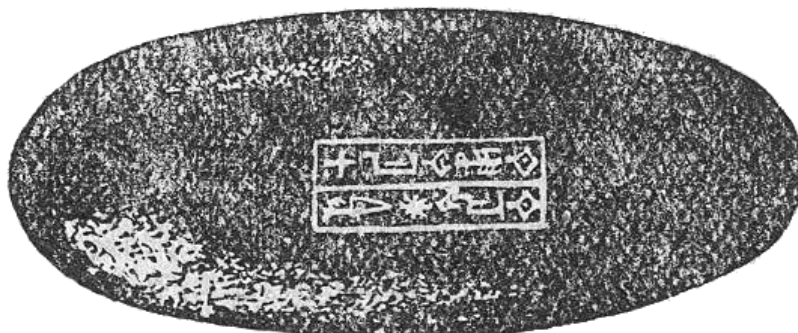


Figura 1. Greutate pentru cântar. Echivalentul de o jumătate de mină

Unități de măsură pentru capacitate

1 sila \approx **0,84** litri;

1 ka = **8,416** litri;

1 sat \approx **8** litri (*cereale sau substanțe pulverulente*);

1 gur (kur) ușor \approx **180** sila = **400** g de semințe care corespundea la **13231** m² sau **1,25** ha;

1 gur (kurru) = **252,6** litri \approx **300** sila;

1 imer (povară a unui măgar) = **100** sila = **40,4** litri;

1 kur de cereale = **72,66** l;

1 kur de curmale = **72,5** l.

Capacitățile aveau ca etalon de măsură rața – un fel de vas de forma unei rațe, care servea ca măsură pentru lichide și substanțe pulverulente [4, 5].



Figura 2. Greutate pentru cântar pentru lichide și substanțe pulverulente

Unități de măsură pentru aria unei suprafețe

1 SAR (*patul*) = 12 coți pătrați = 35284 m²;

1 bur = 30,0 SAR;

1 sila = 0,42 kg (*la cereale diferența roadelor*);

1 gur = 5,0 cila;

1 pat (*în sumeriană – sar, în akkadiană – musaru*) ≈ 35,284 m²;

1 câmp (*în sumeriană și în akkadiană – iku*) ≈ 100 paturi = 3528,5 m²;

1 ogor (*în sumeriană - bur, în akkadiană – buru*) ≈ 18 câmpuri = 63510,5 m² ≈ 6,5 ha;

1 trestie pătrată = 12 m²;

1 kur babilonian de sămânță = 180 sila = 13231 m² = 1,25 ha;

1 kur de pământ = 180 sila = 13231 m²;

1 imer asirian = 7340 m².

Denumirea unității de măsură *fântâna* a apărut probabil datorită faptului că proprietarii ce posedau un asemenea lot de pământ foloseau apa de la una și aceeași fântână, care nu erau chiar atât de multe și erau la mare preț în acest ținut arid. În cazul unităților din Asiria se prevedea a servi cu apă 18 câmpuri a câte 100 răzoare fiecare *1 răzor = 35,284 m²*. Prin urmare, o *fântână* putea să satisfacă necesitățile cu apă a unui teren cu o suprafață de 63511,2 m².

Începând cu a doua jumătate a mileniului II î.Hr. ariile suprafețelor de pământ arabil din Mesopotamia se măsurau cu ajutorul cantității de semințe necesare pentru însămânțarea acestui lot. De exemplu, se spunea, că acest proprietar posedă un teren de pământ arabil de o mărime egală cu trei măsuri de semințe. Această măsură era o măsură vagă, care așa și nu a fost determinată la concret.

Unitățile de măsură din Asiria se deosebeau de cele din Babilon, așa cum ele variaua de la oraș la oraș până nu s-a instituit un control riguros în utilizarea lor din partea statului. După babilonieni, durata vieții pe pământ trebuie să dureze de 12 ori câte 12 sari de ani, adică 144 sari de ani.

Aceasta în calculul modern ar echivala cu 518400 ani solari. Preotul caldeu Berossos scade domniile a 10 regi străvechi dinainte de potop, adică 432000 de ani și rămân 86000 de ani. Tot Berossos afirmă că de la facerea omului până la domnia lui Alexandru cel Mare, numit Macedon, au trecut 468000 de ani. După Berossos, rămân de la moartea lui Alexandru cel Mare și până la sfârșitul lumii 12 sari de ani, ceea ce echivalează cu 43200 ani [2].

Unități de măsură pentru timp

1 sar de ani = **3511** ani sau **3600** ani;

1 neră de ani = **683,5** ani.

Unități de valoare monetară

1 še = **0,05** g argint;

1 șechel;

1 talant;

1 mină = **0,505** kg argint.

Sistemul mesopotamian de măsuri și unități monetare s-a răspândit pe o mare parte a Orientului Antic. Suferind unele mici modificări, acest sistem de măsuri a existat până către secolul al XVIII-lea în unele țări din Asia și Europa.

Unități de măsură din Asiria

Unitățile de măsură pentru masă:

1 še = **0,05** g;

1 șechel = **8,416** g;

1 mină = **0,505** kg = **505** g;

1 sat = **40** sila = **16** kg;

1 massiktum = **60** sila;

1 imer (măgar) = **100** sila \approx **40** kg \approx **40,4** l.

Unitățile de măsură pentru lungime:

1 deget (ubanu) = **25** mm;

1 cot (ammatu) = **20** degete = **0,50** m;

1 trestie (qanu) = **6** sau **7** coți = **3 – 3,5** m;

1 frânghie (asilu);

1 cot obișnui = **0,49** m = **0,52** m;

1 cot dublu \approx **1** m;

1 cot mare = **30** degete;

1 cot (din Lagaș) = **495** mm;

1 cot (din Nippur, Babilon) = **518** mm;

1 stadie = **312** m;

1 parasang = **30** stadii = **9,360** km;

Înălțime de **30** cărămizi;

200 de cărămizi peste 26 m.

Unitățile de măsură pentru arie:

1 răzor = 1 pat = 35,284 m²;

1 câmp = 100 răzoare;

1 fântână = 18 câmpuri (*foloseau apa de la aceeași fântână*);

1 măsură de semințe;

1 gur (*kur*) = 13231 m² ≈ 1,25 ha ≈ 72 kg semințe;

1 imer = 7340 m².

Obiectul care îl caracteriza pe negustor cel mai bine în epoca aceea era *cântarul* (*zibanitu*), care era neapărat necesar în toate prăvăliile.

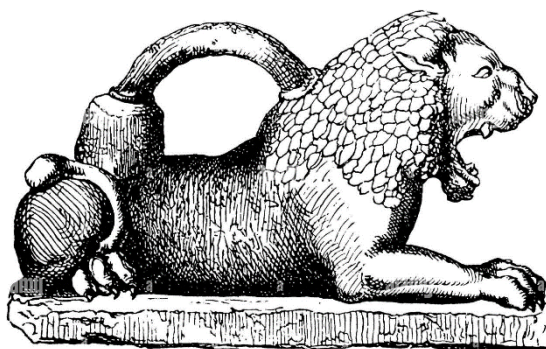


Figura 3. Greutate pentru cântar din aramă

Negustorul ambulant ducea și el cu sine un cântar transportabil și greutate marcantă, din piatră sau din aramă, asemenea celor din imaginea de mai sus [2].

Pentru mărfurile voluminoase existau cântare foarte mari și greutățile corespunzătoare aveau forma de rațe sau de leu.

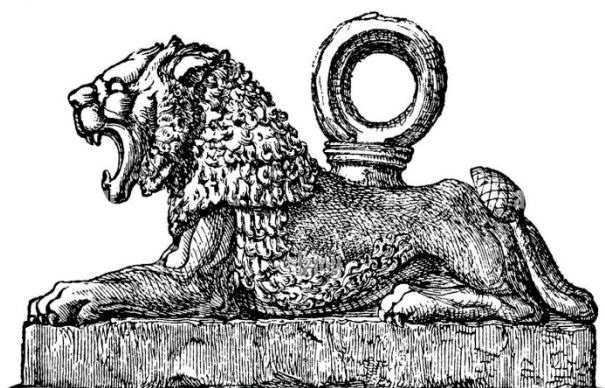


Figura 4. Greutate pentru cântar din bronz

Prețurile mărfurilor erau fixate printr-un tarif unic. În aceste condiții, negustorii nu puteau obține mult doar prin diferența de preț. Din această cauză, ei recurgeau la înșelăciuni la cântar, mai ales prin fixarea inexactă a cântarului. Cu toate că legile mesopotamiene cu referire la înșelăciune erau destul de severe, totuși furtul era un caz destul de frecvent, fiind o slăbiciune a negustorilor.

În anii 60 al secolului XVII piatra dată se afla într-o capelă-paraclis pe mormântul unui oarecare sfânt nu departe de orașul Kerman în Iran, servind ca obiect de cult unde veneau și se închinau. În anul 1905 piatra a fost donată Imperiului Rus în dar de la Inspectorul Poștelor din Persia. În anul 1906 piatra a fost trimisă în Teheran la cerința umilă a unui șah bolnav, însă piatra nu a putut să-l ajute pe șah, deoarece el a decedat, și piatra dată în 1908 a fost restituit Muzeului Asiatic al AȘ URSS din Sankt-Petersburg.



Figura 5. Piatra Kerman

Măsura de mai sus prezintă un etalon de masă numit: Piatra Kerman – greutate etalon din Muzeul Asiatic al AȘ URSS din Sankt-Petersburg.

Pe cele trei fețe ale ei sunt scrieri a unui și același conținut în trei limbi: vechea persană, elamă, și babiloniană: „Eu, Darii, Marele Împărat, Împăratul Împăraților, Împăratul provinciilor, Împăratul acestui pământ, fiul lui Ghistaps, Ahamenid.”

Masa greutății 4 și $\frac{4}{9}$ dintr-o mină, ceea ce alcătuiește 2222,425 g.

Bibliografie

1. ALBU, A. C. *O istorie a matematicii. Antichitatea până la secolul VI (XIII)*. Pitești: Nomina, 2009, 457 p.
2. CONSTANTIN, D. *Civilizația Asiro-Babiloniană*. București: Editura Sport și Turism, 1981, 404 p.
3. DEPMAN, I. *În lumea cifrelor (Din Istoria Matematicii)*. Chișinău: Lumina, 1976, 69 p.
4. ДЕПМАН, И.Я. *История арифметики*. Москва: Просвещение, 1965, 415 стр.
5. ДЕПМАН, И.Я., Виленкин Н.Я. *За страницами учебника математики*. Москва: Просвещение, 1989, 288 стр.

ÎNȚELEGEREA ȘI FIXAREA NOȚIUNILOR MATEMATICE PRIN INTERMEDIUL PROIECTELOR INTER/TRANSDISCIPLINARE

Elisa Ioana FEȚANU, profesor de matematică

<https://orcid.org/0009-0005-1363-5202>

Liceul Teoretic „Marin Preda”, București

Rezumat. În articolul de mai jos este prezentat conceptul de grad de interdisciplinaritate a problemelor de matematică în procesul de dezvoltare abilităților de cercetare la elevi la studierea matematicii din ciclul gimnazial.

Cuvinte cheie: abilități de cercetare a elevilor, probleme de cercetare.

Abstract. The article below presents the concept of the degree of interdisciplinarity of mathematics problems in the process of developing research skills in students studying mathematics in secondary school.

Keywords: students' research skills, research problems in secondary school.

*Moto „Cel mai puternic argument pentru interdisciplinaritate
este chiar faptul că viața nu este împărțită pe discipline”*

J. MOFFET.

1. Ce înțelegem prin interdisciplinaritate și transdisciplinaritate?

Matematica este definită ca știința ce studiază relațiile cantitative, relații calitative (modelele de structură), spațiul și timpul.

Matematica este o materie bazată pe gândire, logică, cunoștințe anterioare și cu rădăcini în științele naturale, cel mai adesea în fizică.

Conceptul de **interdisciplinaritate** este nelipsit într-o teorie a epistemologiei și a pedagogiei, dar s-a văzut în acest tip de abordare și o modalitate de încurajare a superficialității prin amestecul de discipline. Cu timpul însă, conceptul – la început neclar definit – a devenit una dintre complexele probleme teoretice, dar și practice, esențiale în dezvoltarea științei, mai ales în societatea actuală, când aceasta tinde spre o cunoaștere unitară mondială [1-3].

Suștinând teoria de interdisciplinaritate, Hughes Philip afirmă că „disciplinele nu ne dau imaginea completă a lucrurilor privite izolat, Îmbinându-le și integrându-le în contexte variate, ele își îndeplinesc rolul într-un mod eficace”. Tradiția cercetării interdisciplinare la noi confirmă această necesitate a abordării integrate a cunoașterii lumii.

Dimitrie Cantemir, B. P. Hașdeu, Dimitrie Gusti, Mircea Eliade sunt doar câteva nume care au utilizat în cercetarea materiei științifice abordarea interdisciplinară (geografie, istorie, psihologie, lingvistică, filosofie, religie, literatură, artă) [1].

Deși la prima vedere termenii par a se suprapune, pluridisciplinaritatea, multidisciplinaritatea, transdisciplinaritatea și interdisciplinaritatea definesc, de fapt, diferite niveluri de comunicare între științe.

Sinonime, noțiunile de pluridisciplinaritate și multidisciplinaritate definesc studierea unui anumit subiect din perspectiva mai multor științe, principalul lor beneficiu fiind o sporire a complexității subiectului respectiv.

Transdisciplinaritatea este o formă complexă de înrudire între mai multe discipline, având avantajul de a genera un nou domeniu de cunoaștere sau o nouă disciplină, conectând școala cu viața reală.

Interdisciplinaritatea presupune utilizarea în contexte multiple a fenomenelor, conceptelor, metodelor comune mai multor discipline cu scopul unei înțelegeri complete a unei anumite probleme. Pe lângă o interdisciplinaritate a problemelor (studiul unei probleme necesită cunoașterea și implicarea mai multor discipline) au fost identificate interdisciplinaritatea domeniilor învecinate, interdisciplinaritatea metodelor (folosirea metodelor specifice unei anumite discipline în alte discipline) și o interdisciplinaritate a conceptelor (conceptele dintr-o disciplină se folosesc în cercetarea unei alte discipline) [3].

Indiferent de formă, interdisciplinaritatea a fost adoptată drept concept fundamental în reforma curriculumului școlar actual, aceasta dezvăluindu-și valențele pozitive în predarea tuturor disciplinelor cuprinse în curriculum, la toate nivelurile de școlarizare.

Toate conceptele științifice se regăsesc exemplificate sub diferite forme, dar transpunerea în diferite context duce la înmagazinarea corectă și permanentă.

2. Studiu de caz

Un studiu de caz s-a realizat începând cu anul 2020 când virusul SARS-CoV-2 și-a făcut apariția pe planetă și a produs panică în rândul populației.

SARS-CoV-2 este un Betacoronavirus, încadrat în subgenul Sarbecovirus, distinct antigenic față de SARS CoV, cu care are similitudine genetică în proporție de cca 76% din nucleotide. A fost identificat în ianuarie 2020, din lavaj bronhoalveolar provenit de la pacienți diagnosticați cu pneumonie severă în Wuhan, China, un focar de 45 de cazuri de pneumonie atipică fusese raportat inițial. Majoritatea cazurilor identificate au avut legătură cu o piață locală care vindea animale vii, carne de animale exotice și fructe de mare proaspete, ceea ce a sugerat transmiterea zoonotică a virusului.

Rezervorul natural al SARS CoV 2 este reprezentat de lilieci din specia *Rhinopopus*, însă se consideră că transmiterea a implicat o gazdă intermediară, încă necunoscută, ceea ce reprezintă un risc potențial de reintroducere în populația umană sau în alte specii animale.

Cercetătorii au prezentat situația ca fiind una critică, virusul se înmulțea necontrolat, exponențial. În China, de la cele 45 de persoane infectate, s-a ajuns la un număr record de infectări pe zi. În câteva luni s-a ajuns la câteva un număr record de infectări, peste 50.000 pe zi. Populația care nu era din China spera ca acest virus să nu se răspândească, însă călătoriile au transmis virusul în toate colțurile lumii.

Acest studiu a fost prezentat unui grup de elevi, din cadrul Liceului Teoretic Marin Preda, București, care a trebuit să răspundă mai multor cerințe.

1. Care este probabilitate ca acest virus să îmbolnăvească toată populația Chinei?

Răspuns: Probabilitatea reprezintă un eveniment sigur ținând cont de faptul că se înmulțește exponențial

2. Câte cazuri se vor număra după prima lună, dacă numărul zilnic al infectărilor se dublează față de ziua precedentă?

Răspuns: În prima zi avem: $45 \cdot 2^0$ de cazuri; a doua zi $45 \cdot 2^1 = 90$; a treia zi $45 \cdot 2^2 = 180$, ... , ziua 31 vom avea $45 \cdot 2^{30}$.

3. Un grup de 30 de persoane pleacă din China spre trei continente diferite, fără a fi confirmate pozitiv sau să se știe purtătoare de virus. Există posibilitatea ca acest virus să fie transmis mai departe? Care este numărul maxim de persoane care pot fi confirmate pozitiv în aceste zone geografice? Dar numărul minim?

Răspuns: *Cazul I:* Presupunem ca pe primul continent ajunge o persoană, pe al doilea continent tot o singură persoană, iar pe al treilea continent 28 de persoane (toate fiind infectate)

Pe primul continent, în prima zi: $1 \cdot 2^0$ persoană, a doua zi $1 \cdot 2^1$ persoane, a treia zi $1 \cdot 2^2$ persoane, a patra zi $1 \cdot 2^3$ persoane, ..., ziua 31 avem $1 \cdot 2^{30}$ persoane.

Pe al doilea continent, în prima zi: $1 \cdot 2^0$ persoană, a doua zi $1 \cdot 2^1$ persoane, a treia zi: $1 \cdot 2^2$ persoane, a treia zi $1 \cdot 2^3$ persoane, ..., ziua 31 avem $1 \cdot 2^{30}$ persoane.

Pe al treilea continent: Pe primul continent, în prima zi $28 \cdot 2^0$ persoană, a doua zi $28 \cdot 2^1$ persoane, a treia zi $28 \cdot 2^2$ persoane, următoarea zi $28 \cdot 2^3$ persoane, ..., ziua 31 avem $28 \cdot 2^{30}$ persoane.

Cazul II: Presupunem ca pe fiecare continent ar ajunge același număr de persoane: 10 persoane (toate fiind infectate)

Pe fiecare continent avem: în prima zi: $10 \cdot 2^0$ persoană, a doua zi $10 \cdot 2^1$ persoane, a treia zi $10 \cdot 2^2$ persoane, următoarea zi $10 \cdot 2^3$ persoane, ..., ziua 31 vom avea $10 \cdot 2^{30}$ persoane.

Cazul III. Nu ar fi existat cazuri de infectare, dacă toate persoanele ajunse la destinație ar fi fost sănătoase.

Tabelul 1. Analiza problemei din perspectiva gradului de complexitate

Etape	Operații matematice	Grad de dificultate
Etapa 1.	Probabilitatea reprezintă un eveniment sigur ținând cont de faptul că se înmulțește exponențial.	Realizarea Etapei I, care constă în elaborarea modelului matematic care va juca un rol principal în continuarea analizei

		acestui subiect considerată că depășește <u>gradului I de dificultate.</u>
Etapa 2.	În prima zi avem $45 \cdot 2^0$ de cazuri, a doua zi $45 \cdot 2^1 = 90$, a treia zi $45 \cdot 2^2 = 180, \dots$, ziua 31 avem $45 \cdot 2^{30}$.	Determinarea pegulei de calcul pentru ultima zi (Etapa 2) denotă depășirea <u>nivelului II ori gradului II de dificultate</u>
Etapa 3.	<p>Identificarea numărului de persoane pentru fiecare caz;</p> <p><i>Cazul I:</i> Presupunem ca pe primul continent ajunge o persoană, pe al doilea continent tot o singură persoană, iar pe al treilea continent 28 de persoane (toate fiind infectate). Pe primul continent, în prima zi: $1 \cdot 2^0$ persoană, a doua zi: $1 \cdot 2^1$ persoane, a treia zi: $1 \cdot 2^2$ persoane, următoarea zi: $1 \cdot 2^3$ persoane, ..., ziua 31: $1 \cdot 2^{30}$ persoane. Pe al doilea continent, în prima zi: $1 \cdot 2^0$ persoană, a doua zi: $1 \cdot 2^1$ persoane, a treia zi: $1 \cdot 2^2$ persoane, următoarea zi: $1 \cdot 2^3$ persoane, ..., ziua 31: $1 \cdot 2^{30}$ persoane. Pe al treilea continent: Pe primul continent, în prima zi: $28 \cdot 2^0$ persoană, a doua zi: $28 \cdot 2^1$ persoane, a treia zi: $28 \cdot 2^2$ persoane, următoarea zi: $28 \cdot 2^3$ persoane, ..., ziua 31: $28 \cdot 2^{30}$ persoane. <i>Cazul II:</i> Presupunem ca pe fiecare continent ar ajunge același număr de persoane: 10 persoane (toate fiind infectate). Pe fiecare continent avem: în prima zi: $10 \cdot 2^0$ persoană, a doua zi: $10 \cdot 2^1$ persoane, a treia zi: $10 \cdot 2^2$ persoane, următoarea zi: $10 \cdot 2^3$ persoane, ..., ziua 31: $10 \cdot 2^{30}$ persoane. <i>Cazul III.</i> Nu ar fi existat cazuri de infectare, dacă toate persoanele ajunse la destinație ar fi fost sănătoase.</p>	Identificarea numărului de persoane denotă realizarea Etapei 3, ori <u>depășirea gradului III de dificultate</u>
Etapa 4.	Scrierea răspunsului corect Comparația realizată între primele două cazuri oferă răspunsul final.	Realizarea Etapei 4 denotă depășirea <u>nivelului IV ori gradului 4 de dificultate</u>

Bibliografie

1. CREȚU, Virginia. Direcții de colaborare interdisciplinară în învățământul gimnazial. În: *Revista de pedagogie*, nr. 5, 1980.
2. PIAGET, Jean. *Dimensiunile interdisciplinare ale psihologiei*. București: Editura Didactică și Pedagogică, 1972.
3. *Interdisciplinaritatea și științele umane*. trad. Ilie Bădescu, Vasile Tonoiu. București: Editura Politică, 1986. 513 p.

ABORDĂRI INTERDISCIPLINARE ÎN PREDAREA MATEMATICII PRIN METODOLOGIA STEAM CU APLICABILITATE ÎN LICEUL TEHNOLOGIC

Simona GAVRILĂ, profesor, grad didactic I

<https://orcid.org/0009-0004-2662-9373>

Liceul Tehnologic „Anghel Saligny”, Bacău, România

Rezumat. Metodologia STEAM (Știință, Tehnologie, Inginerie, Arte și Matematică) reprezintă un cadru educațional interdisciplinar care integrează învățarea acestor domenii pentru a dezvolta abilități complexe în rândul elevilor. În liceele tehnologice, abordările STEAM oferă noi oportunități pentru predarea matematicii, punând accent pe aplicații practice relevante pentru piața muncii. Acest articol explorează integrarea metodologiei STEAM în predarea matematicii și exemplifică un proiect interdisciplinar, denumit „Planul de afaceri”, realizat de elevii din clasa a X-a de la Liceul Tehnologic „Anghel Saligny”, Bacău, România.

Cuvinte cheie: matematică, STEAM, proiect interdisciplinar, liceu tehnologic.

Abstract. The STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) methodology is an interdisciplinary educational framework that integrates the learning of these fields to develop complex skills among students. In high schools of technology, STEAM approaches offer new opportunities for teaching mathematics, emphasizing practical applications relevant to the labor market. This article explores the integration of the STEAM methodology in the teaching of mathematics and exemplifies an interdisciplinary project, called „Business Plan”, made by the students of the 10th grade from the "Anghel Saligny" Technological High School, Bacău, Romania.

Keywords: mathematics, STEAM, interdisciplinary project, technological high school.

Introducere

Transformările rapide din domeniile tehnologiei și științei necesită noi abordări educaționale care să permită o integrare eficientă a cunoștințelor din diverse discipline. În acest context, metodologia STEAM s-a dovedit a fi un cadru educațional eficient, capabil să ofere o pregătire interdisciplinară relevantă pentru cerințele actuale și viitoare ale pieței muncii [1].

În mod particular, în cadrul liceelor tehnologice, această metodologie poate oferi elevilor o înțelegere mai aprofundată și aplicată a matematicii, prin conectarea acesteia cu alte domenii, cum ar fi economia, ingineria și artele [2, 3].

STEAM adaugă dimensiunea creativității prin includerea artelor, extinzând astfel modelul STEM tradițional (Știință, Tehnologie, Inginerie și Matematică) și încurajând gândirea inovatoare și soluționarea creativă a problemelor [4]. Acest articol va explora modalitățile prin care abordarea STEAM poate îmbunătăți predarea matematicii în liceele tehnologice și va analiza un exemplu concret de proiect interdisciplinar realizat de elevi.

Metodologia STEAM și aplicabilitatea în predarea matematicii

STEAM se bazează pe conceptul de învățare integrată, în care diverse discipline sunt combinate pentru a crea o experiență educațională mai holistică. În cadrul acestei metodologii, matematica nu este privită ca o disciplină izolată, ci este corelată cu domenii precum tehnologia, ingineria și artele pentru a demonstra aplicabilitatea practică a cunoștințelor matematice [1]. Honey, Pearson și Schweingruber subliniază faptul că integrarea cunoștințelor prin STEAM poate stimula creativitatea elevilor și le poate oferi o înțelegere mai profundă a modului în care științele exacte interacționează cu alte domenii [5].

În contextul liceelor tehnologice, unde accentul este pus pe pregătirea elevilor pentru piața muncii, aplicabilitatea practică a matematicii este crucială. Proiectele interdisciplinare, cum ar fi dezvoltarea unui Plan de afaceri, permit elevilor să utilizeze conceptele matematice în calcule financiare, analize economice și estimarea costurilor, contribuind la dezvoltarea abilităților de rezolvare a problemelor și de luare a deciziilor [3].

Proiectul interdisciplinar „Planul de afaceri”

Un exemplu relevant de proiect interdisciplinar implementat în clasa a X-a este „Planul de afaceri”, care implică colaborarea între discipline precum matematica, economia și tehnologia. Acest proiect a avut ca scop pregătirea elevilor pentru înțelegerea și aplicarea conceptelor economice și matematice într-un context real de afaceri.

Etapele proiectului

1. Stabilirea obiectivelor și identificarea resurselor: Elevii au început prin definirea unei idei de afaceri și identificarea resurselor necesare pentru implementarea acesteia. Acest proces a inclus calcule matematice pentru estimarea costurilor inițiale, analizând variabile precum achizițiile de echipamente, costurile materialelor și salariile personalului. În această etapă, elevii au aplicat formule matematice pentru a formula proiecții financiare detaliate [1].

2. Estimarea veniturilor și analiza pieței: În continuare, elevii au estimat veniturile pe care afacerea le-ar putea genera pe baza unei analize de piață. Ei au folosit grafice și statistici pentru a analiza datele despre cererea și oferta pe piață, ceea ce le-a permis să prevadă veniturile viitoare [5]. Prin acest proces, elevii au învățat cum să folosească matematica pentru a interpreta date economice reale și a lua decizii de afaceri fundamentate.

3. Calculul punctului de echilibru: Una dintre provocările matematice majore din cadrul proiectului este calculul punctului de echilibru al afacerii, care reprezintă nivelul la

care veniturile egalează cheltuielile. Prin această analiză, elevii au învățat concepte matematice importante legate de profitabilitate și sustenabilitate financiară [3].

4. *Evaluarea riscurilor și simulările economice*: În ultima fază a proiectului, elevii au aplicat modele matematice pentru a evalua riscurile și a simula diferite scenarii economice, învățând astfel să utilizeze concepte precum probabilitatea și statistica pentru a anticipa posibile evoluții ale afacerii [6].

Interdisciplinaritate și transdisciplinaritate în cadrul proiectului „Planul de afaceri”

Proiectul Planul de afaceri este un exemplu remarcabil de integrare atât a interdisciplinarității, cât și a transdisciplinarității în educație, prin îmbinarea mai multor domenii de cunoaștere și promovarea unei abordări complexe și holistice a învățării. Acest tip de abordare este esențial în pregătirea elevilor pentru provocările din lumea reală, unde problemele sunt rareori compartimentate în discipline distincte.

Interdisciplinaritatea în proiect

Interdisciplinaritatea se referă la colaborarea între două sau mai multe discipline pentru a aborda o problemă comună. În cadrul proiectului Planul de afaceri, această colaborare se regăsește în mod clar între discipline precum matematica, economia, tehnologia, educația civică și antreprenorială. Fiecare dintre aceste discipline aduce o contribuție esențială la dezvoltarea proiectului.

1. Matematica joacă un rol central în calcularea bugetelor, estimarea costurilor și veniturilor, calcularea punctului de echilibru și analiza profitabilității afacerii. În această disciplină, elevii folosesc formule matematice pentru a evalua diversele aspecte economice și financiare ale planului de afaceri [1].

2. Economia contribuie prin furnizarea cunoștințelor necesare pentru înțelegerea mecanismelor de funcționare a pieței, analiza concurenței și evaluarea riscurilor economice. Elevii învață concepte fundamentale de economie, cum ar fi oferta, cererea, costurile fixe și variabile, și aplică aceste cunoștințe în simularea unei afaceri reale [3].

3. Tehnologia este utilizată pentru a sprijini analiza datelor și simularea scenariilor economice. Elevii folosesc aplicații software pentru a crea grafice, tabele de calcul și modele financiare care le permit să vizualizeze evoluția afacerii în timp real. Această abordare le oferă elevilor o experiență practică în utilizarea tehnologiei în afaceri [7].

4. Educația antreprenorială introduce conceptele de inovare, luarea deciziilor și gestionarea riscurilor. Elevii dezvoltă abilități antreprenoriale care îi ajută să identifice oportunități de afaceri și să găsească soluții creative pentru probleme economice complexe [4].

Interdisciplinaritatea din acest proiect nu doar că oferă o integrare armonioasă a cunoștințelor din diverse domenii, dar ajută elevii să înțeleagă modul în care fiecare

disciplină contribuie la succesul unei afaceri. De exemplu, matematica nu mai este percepută ca o disciplină izolată, ci ca un instrument esențial pentru a înțelege și gestiona aspectele financiare ale afacerii.

Transdisciplinaritatea în proiect

Transdisciplinaritatea depășește granițele disciplinelor individuale și propune o abordare integrată, care nu se limitează la o simplă colaborare între discipline, ci urmărește o viziune holistică asupra cunoașterii. În cadrul proiectului Planul de afaceri, transdisciplinaritatea este prezentă prin faptul că elevii nu doar aplică cunoștințe din diverse domenii, ci își dezvoltă o nouă perspectivă asupra modului în care afacerea funcționează în contextul social, cultural și tehnologic contemporan.

1. Integrarea cunoștințelor într-un context real: Elevii nu doar aplică formule matematice sau concepte economice, ci învață să integreze aceste cunoștințe într-un context larg, care include elemente sociale, etice și de mediu. De exemplu, în dezvoltarea planului de afaceri, elevii sunt încurajați să ia în considerare impactul social al afacerii lor, să fie conștienți de aspectele etice legate de exploatarea resurselor și să dezvolte soluții durabile [6].

2. Abordarea holistică a problemei: Transdisciplinaritatea înseamnă că problemele nu mai sunt împărțite strict în domenii de cunoaștere. În loc să se concentreze pe un singur aspect (cum ar fi profitabilitatea financiară), elevii trebuie să abordeze problema afacerii lor din perspective multiple – financiară, tehnologică, socială, culturală și ecologică [5]. Acest lucru ajută elevii să dezvolte o gândire sistemică și să înțeleagă interconexiunile dintre diferitele domenii de cunoaștere.

3. Formarea unor competențe generale: Pe lângă abilitățile specifice fiecărei discipline, elevii își dezvoltă competențe transdisciplinare esențiale, cum ar fi gândirea critică, rezolvarea creativă a problemelor și capacitatea de a colabora eficient. Aceste competențe sunt valoroase nu doar în domeniul educațional, ci și în viața profesională, deoarece le permit elevilor să se adapteze rapid la schimbările din mediul de afaceri [2].

4. Colaborarea cu experți din diverse domenii: Un aspect esențial al transdisciplinarității este colaborarea cu specialiști din diferite domenii. În cadrul proiectului, elevii pot interacționa cu antreprenori locali, economiști și experți în tehnologie pentru a primi feedback și sugestii pentru dezvoltarea planului de afaceri. Această interacțiune contribuie la lărgirea orizonturilor elevilor și la înțelegerea complexității mediului de afaceri contemporan [7].

Exemple de aplicații transdisciplinare:

În cadrul proiectului „Planul de afaceri”, transdisciplinaritatea poate fi observată în mai multe activități practice. De exemplu:

- Elevii trebuie să analizeze impactul tehnologic al afacerii lor, să evalueze cum pot folosi tehnologiile emergente pentru a îmbunătăți eficiența și competitivitatea afacerii. Aceasta implică integrarea cunoștințelor din domenii precum tehnologia informației și inginerie în gestionarea unei afaceri.

- În cadrul analizei pieței, elevii trebuie să ia în considerare nu doar datele economice brute, ci și aspecte culturale și sociale care influențează comportamentul consumatorilor. Astfel, ei învață să aplice concepte din psihologie și sociologie în afaceri [7].

Concluzii

Metodologia STEAM oferă un cadru educațional interdisciplinar care poate îmbunătăți semnificativ predarea matematicii în liceele tehnologice. Proiecte precum Planul de afaceri oferă elevilor oportunitatea de a aplica cunoștințele matematice în contexte reale, dezvoltându-și astfel abilitățile necesare pentru carierele tehnice și antreprenoriale. Totuși, pentru a beneficia pe deplin de avantajele acestei metodologii, este necesară o investiție continuă în formarea profesorilor și în dezvoltarea resurselor educaționale adecvate.

Bibliografie

1. BEERS, S. Z. *21st Century Skills: Preparing Students for THEIR Future*. National Research Council, 2011.
2. YAKMAN, G. *STEAM Education: An Overview of Creating a Model of Integrative Education*, 2008.
3. CAPRARO, M. M., MORGAN, J. R. *STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach*. Springer, 2013.
4. SANDERS, M. STEM, STEM Education, STEMmania. În: *The Technology Teacher*, 68(4), 2009, pp. 20-26.
5. HONEY, M., PEARSON, G., SCHWEINGRUBER, H. *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. National Academies Press, 2014.
6. BYBEE, R. W. Advancing STEM Education: a 2020 Vision. În: *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 2010, pp. 30-35.
7. ROCO, M. C., BAINBRIDGE, W. S. *Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science*. Springer, 2002.

ȘCOALA ÎN MESOPOTAMIA

Gabriela GHERMAN, profesor de matematică gradul I

<https://orcid.org/0000-0001-8598-3576>

inspectoratul școlar, Vrancea, România

Rezumat. Scrierea cuneiformă se învăța în școli. Școlile erau centre care răspândeau cunoștințele acumulate de generații. De obicei, ele funcționau pe lângă temple, numite „casa tăblițelor”.

Cuvinte cheie: Scrisul, școala, scribi, ziggurat, tăblițe cuneiforme.

Abstract. Cuneiform writing was taught in schools. Schools were centers that disseminated knowledge accumulated over generations. They usually operated near temples, called the "house of the tablets".

Keywords: Writing, school, scholars, ziggurat, cuneiform tablets.

Din necesitatea de a consemna unele fapte și de a comunica unii cu alții, în cazul când se aflau la distanță, a apărut scrierea [3] – aproximativ în mileniile IV-III î.Hr. Pentru învățarea scrierii a apărut necesitatea de a crea o instituție specială – *școala*. În cele mai multe cazuri este atestat în istoria universală a lumii, că preoții erau cei care dețineau cunoștințele necesare pentru a se orienta corect în toate ce se perindeau în mediul unei personalități care au trăit în acele condiții. Anume preoții erau acei care posedau cunoștințe la ritualul religios, la problemele de sănătate (*medicină*), rezolvarea problemelor de măsurare a terenurilor, la cercetări în astronomie etc., și ca urmare, ei au devenit organizatorii și profesorii acestor instituții de învățământ, în care ponderea era studierea scrierii. Nu trebuie de uitat că acum 5000 de ani în Mesopotamia se utilizau peste 500 de semne și însușirea lor corectă era un proces destul de chinuitor și dura câțiva ani. Cea mai mare parte din elevi erau fii de cele mai diverse pături ale societății, care au putut fi estimați și recomandați de a fi scribi-posesori de a răspândi cunoștințele. De obicei acești elevi erau fii de țărani și meșteșugari. În școli se învăța de la vârsta de 5-6 ani pentru a însuși scrisul, citirea și calculul numeric. Elevii cea mai mare parte de timp o petreceau făcând exerciții de scriere pe tăblițe de lut.

Scrierea cuneiformă se învăța în școli [1, 2]. Școlile erau centre care răspândeau cunoștințele acumulate de generații. De obicei, ele funcționau pe lângă temple, numite „*casa tăblițelor*”. Era foarte greu să înveți a scrie și a citi semnele scrisului cuneiform. Această artă nu o putea însuși și posedea oricine. Doar puține persoane puteau s-o cunoască bine. Pe lângă temple funcționau școli speciale, unde erau pregătiți scribii, dintre persoanele ce treceau o selecție serioasă.

Existența acestor școli este documentată prin mărturiile ce se referă la începutul mileniului al III-lea î.Hr. Dacă inițial ele au existat ca niște anexe ale templelor sau ale curților regale, cu timpul însă ele au devenit instituții laice, având ca obiect principal de

învățământ scrierea cuneiformă. În aceste școli erau educați și pregătiți pentru viitoarea lor carieră profesională scrierii, care în același timp erau instruiți să activeze și în calitate de preoți. Aceasta era o castă specială în ierarhia socială. Profesia de scrib se transmitea din tată în fiu. Scrierii, ca funcționari indispensabili ai administrației statului și templelor, proveneau exclusiv din familii de nobili. Fiind împărțiți pe categorii, după funcții și după specialități, scrierii puteau ajunge ușor să ocupe cele mai înalte posturi în ierarhia administrării statului.

Școlile mesopotamiene erau adevărate focare ale culturii. Cu timpul, unele din ele vor ajunge să aibă o structură apropiată de academie. Începând cu secolul al XVIII-lea î.Hr., la aceste școli au fost anexate biblioteci bine dotate cu cele trebuincioase și organizate astfel, încât în ele se păstrau opere care însumau cunoștințele achiziționate până la data respectivă, aproximativ în toate domeniile. Astfel scrierii au devenit cei mai veritabili depozitari ai cunoștințelor științifice, inclusiv a cunoștințelor matematice.

Arheologii au reușit să descopere mai multe lăcașe cu încăperi care au servit în antichitate ca săli de clasă și au izbutit chiar să descopere un număr impunător de rechizite școlare sub formă de „caiete” (*este clar că erau confecționate din lut*), cu greșeli de ortografie și cu corectările corespunzătoare ale profesorului.

În școlile preoțești, instruirea începea cu cel mai elementar lucru și totodată cu cel mai important: micul scrib învăța cum să pregătească o tăbliță dintr-un simplu boț de lut. Apoi trebuia s-o linieze, pentru ca rândurile să fie drepte – o operație destul de complicată de altfel, care se făcea cu ajutorul altcuiva și cu o sfoară foarte subțire. Dacă sfoara se întindea bine și se apăsa pe lutul încă moale, linia apărea pe tăbliță perfect dreaptă. După acesta, elevul trebuia să traseze pe aceste rânduri semne separate – orizontale, verticale și oblice. Când după multe exerciții, izbutea să imprime destul de repede, citeț și curat, el învăța să alcătuiască din combinarea semnelor simple silabe, cuvinte, cifre, apoi și propoziții întregi.

Tăblița era ținută de elev în mâna stângă, iar o altă tăbliță mai mare – modelul – se afla alături, pe un suport special [2]. După ce o față a tăbliței era împletită cu semne, scribul o întorcea și scria pe cealaltă parte. La început, el nu reușea să realizeze la timp acest lucru. A obține îndemânarea necesară în manipularea operației cu scrisul în „caiet” era un lucru de lungă durată și nu se învăța ușor. Se întâmpla uneori ca elevul să scape tăblița jos și s-o boțască. În acest caz, semnele cuneiforme scrise se deformau și nu mai puteau fi citite. Micul scrib neîndemânat își primea plata pentru neatentia sa și cel puțin trebuia totul să o ia de la capăt, adică de la bun început.

Un lucru era bun: spre deosebire de caietele actuale, cele de lut puteau fi folosite și a doua oară, cel puțin; era de ajuns să ștergi lutul presat ca să obții o nouă tăbliță gata de scris.

Pe unele din aceste „caiete” de lut arheologii au depistat amprentele degetelor celor care au ținut tăblița acum 4000-5000 de ani, care se văd destul de clar. Cercetând aceste amprente, arheologii au reușit să determine al cui este scrisul al unui adult sau al unui copil, și să determine pentru ultimii o anumită ierarhie.

Pentru ca tăblițele de lut să fie mai rezistente ele erau arse în cuptor. Astfel „caietul” sau „cartea” de lut obținea duritatea cărămizii și putea fi folosită fără ca semnele să se deterioreze.

De obicei, în atare mod procedau sumerienii, asirienii, babilonienii și alte popoare din antichitatea civilizației mesopotamiene, care au utilizat scrisul cuneiform pe tăblițele de lut.

Nu toate tăblițele de lut erau arse în cuptor, ci numai acelea care urmau să fie păstrate vreme mai îndelungată. Restul se uscau la soare. Arheologii au descoperit multe tăblițe nearse. Dorind a le păstra și în viitor, adică a le conserva, arheologii au hotărât ca ele să fie arse. Experimentul a reușit pe deplin, cu toate că între confecționarea tăblițelor și arderea lor s-au perindat multe milenii. Așa că lutul ca material pentru confecționarea tăblițelor de scris s-a dovedit a fi un material uimitor de minunat.



Figura 1. O lecție într-o clasă din școala de scribi

„Cărțile” și „caietele” de lut erau cât se poate de incomode: imense, grele, cereau mult spațiu pentru păstrare. Actualmente, orice elev, plecând la școală, își poartă cu ușurință în geantă toate cărțile și caietele de care are nevoie. Dacă am încerca să copiem pe tăblițe de lut ceea ce e scris în caietele moderne sau în cărți, apoi nici un elev nu ar putea să ridice o asemenea greutate. Dar ca să le transporte la școală ar trebui să folosească un vehicul. Doar abecedarul unui elev din clasa întâi care numără circa 50 de pagini, copiat pe o tăbliță de lut, ar cântări aproximativ 50 de kilograme. În acele timpuri lucrul acesta nu

avea mare importanță, deoarece elevii nu-si duceau manualele acasă. Întreaga învățatură de carte se făcea în cadrul școlii de scribi, unde micii elevi se găseau de dimineața până seara târziu.

În aceste școli se făcea inițial o instrucțiune generală, iar mai apoi o instrucțiune mai înaltă, de specializare în domeniul de activitate: fie laic, fie religios. În specializarea laică se instruiuau în diferite domenii de activitate: comerțul, construcția edificiilor, agricultura. Predarea în aceste școli, se reducea la învățarea pe de rost și avea un caracter extrem de dogmatic, după cum era și întreaga viață a societății sclavagiste a civilizației mesopotamiene timpurii. Ceva mai târziu, „*planul de învățământ*” s-a îmbogățit cu studiul mai profund al matematicii, geodeziei, metrologiei, geografiei etc.

Instrucțiunea generală cuprindea: studiul scrierii cuneiforme și a limbii (*sumeriana, babiloniană și semita din Akkad*): cititul și scrisul, cunoștințe elementare de aritmetică: numărul, socotitul și evidența simplă contabilă, geometrie și astronomie, cititul în stele pentru prezicerea viitorului, cititul și ghicitul în ficat pentru astrologie și medicină, desenul.

Instrucțiunea specială consta din: studiul diferitor ramuri ale teologiei, studiul dreptului, medicinei și muzicii sau antrenarea în rezolvarea problemelor practice din diverse domenii de activitate, după anumite etaloane cunoscute, fie oral, fie înregistrate pe tăblițele de lut cu scris cuneiform.

Drept instructori sau învățători în asemenea școli erau antrenați cei mai talentați scribi în acest domeniu, care se orientau de minune în utilizarea tabelelor, rezolvarea problemelor practice și calculul oral, care făceau, de obicei, parte din nobile și aveau origini foarte și foarte arhaice.

În urma săpăturilor arheologice de la Mari s-a descoperit fostul local al unei școli de scribi din Mesopotamia cu bănci speciale pentru elevi și s-a constatat după tăblițele de lut multe lucruri curioase ce țin de procesul de învățământ. Sistemul de predare avea un caracter foarte rudimentar bazat pe memorare și reproducere mecanică. El se mărginea la întrebări, răspunsuri, traduceri dintr-o limbă în alta, exerciții de scris și de memorizat, în fond automat, a tot ceea ce trebuia de însușit. Matematica ce se învăța în aceste școli se mărginea la studierea operațiilor matematice: adunarea, scăderea, înmulțirea și împărțirea, care se executau, de obicei, după anumite tabele, care existau special depozitate în școli pentru acest calcul. Aceste tabele înlocuiau tabla înmulțirii sau adunării și înlesneau calculele, precum și ușurau cu mult lucrul scribilor. Procesul de învățământ era bazat, în special, pe memorarea și reproducerea mecanică a celor învățate, fără a apela la un oarecare raționament logic. De demonstrații nici nu poate fi vorba. Problemele se rezolvau după anumite canoane cunoscute și copiate în mod mecanic, fără a apela la cugetare. Era aplicat principiul „*Vezi cum trebuie să se procedeze și execută întocmai!*”, fără a te îndoii dacă e corect sau nu. În asemenea cazuri, mai ales odată cu apariția școlilor, unele erori comise de vreun scrib se repetau la nesfârșit și nimeni nu se îndoia de veridicitatea celor scrise.

Tot din epoca mesopotamiană, cu peste 2000 ani î.e.n. s-au păstrat aproape în întregime tăblițe de lut-lucrări ale elevilor-scribi. Asemenea lucrări erau foarte populare în acele timpuri, în care este descrisă viața unui elev din „*casa tăblițelor*”. Asemenea lucrare arată că principala ocupație în școală era calculul numeric, socotitul și evidența contabilă. Elevul, de obicei, transcria pe tăblițe de lut modele de exerciții, pe care le însușea și care mai apoi erau aruncate sau depozitate. Tot în această lucrare este menționat că însușind un anumit procedeu, scribul trebuia să poată „*rezolva pătrate*” (*se presupune că era vorba de rezolvarea unor probleme în care necunoscuta era la pătrat – după terminologia actuală am spune probleme ce se rezolvă prin alcătuirea ecuațiilor de gradul II*) și să determine soluția lor. Printre alte ocupații era și studierea desenului, inclusiv desenul topografic. Este curios faptul că inițial se scria în rânduri aranjate vertical, adică în coloane – de sus în jos, începând coloanele de la dreapta spre stânga – și doar abia mult mai târziu oamenii

Cine dorește poate realiza un experiment. Încercați să scrieți cu cerneală sau cu pensula, imitându-l pe scribul mesopotamian: în coloane verticale începute de la dreapta spre stânga. Veți fi nevoit să țineți tot timpul mâna dreaptă în aer, în caz contrar veți murdări toate coloanele deja scrise ceva mai înainte. Acest mod de a scrie este complet incomod, deoarece mâna obosește repede.

Arheologii au determinat că scribii mesopotamieni au găsit soluția pentru a înlătura această incomoditate: probabil că ei au rotit tăblița de lut cu 90° în sens opus mișcării acelor ceasornicului. Astfel, coloanele verticale s-au transformat în rânduri orizontale, și se putea deja scrie de la stânga spre dreapta. Este adevărat că toate semnele apăreau în acest caz culcate, dar la citit tăblița din nou se rotea cu 90° numai că în sens opus primei rotiri, și se citea pe coloane verticale aranjate de la dreapta spre stânga. Cu anii, scrierea cuneiformă s-a simplificat, forma culcată a semnelor a început să scrie în modul în care scriem noi astăzi – în rânduri orizontale și de la stânga spre dreapta. Nu e greu de imaginat cum a avut loc această schimbare, a fost consfințită, recunoscută, acceptată, perfecționată și consacrată. Deja nu numai se scria pe orizontală de la stânga la dreapta, dar și se citea tot în același mod.

Ajunsă la o mare înflorire, cultura babiloniană, deopotrivă cu ea Matematica și Didactica Matematicii, au exercitat o deosebită influență asupra dezvoltării culturale a celorlalte popoare ale Orientului Antic, în special, a popoarelor din Orientul Apropiat, ceea ce a contribuit la o largă răspândire a comerțului mesopotamian și a cunoștințelor matematice. Scrierea cuneiformă și matematica mesopotamiană a fost ulterior împrumutată de asirieni, hitiți, mitanieni, iranieni, de popoarele din Elam, de triburile din Siria, de locuitorii din Urartu ș.a.

Primele edubbe erau niște instituții modeste cu un singur învățător. Elevii scribi trăiau acasă. În funcțiile de bază a învățătorului intrau: dirijarea procesului instrucțional și prepararea tăblițelor model după care erau instruiți scribii. Aceste modele erau însușite-

mitocite la maxim de către elevi și transcrise în tăblițe instructionale-exerciții. În „*casele tăblițelor*” mai mari lucrau învățători specialiști pe obiecte: scrisul, socotitul, desenul etc. În asemenea instituții era și un slujitor care monitoriza ordinea și disciplina.

Procesul instructiv urmărea pregătirea cât mai perfectă a scribului în plan profesional. Elevul trebuia să însușească a prepara tăblița de lut, să însușească sistemul cuneiform de scriere. Pe parcursul anilor de instruire elevii trebuiau să pregătească complete întregi de tăblițe de lut cu anumite texte instructionale. Instruirea universală era însușirea procedurilor de citire, transcriere și memorare. Unii învățători aplicau chiar și dictări.

Prin urmare, în baza metodei de însușire era simpla repetare de mai multe ori, memorarea mecanică a semnelor, cuvintelor, termenilor, textelor problemelor și rezolvarea acestor probleme.

Cu timpul au apărut și alte metode de instruire: ca discuția-dialog a învățătorului cu elevul, lămurirea detaliată a cuvintelor și textelor complicate, discuția-dialog a elevului cu alt elev. Era practicat procedeul de discuții pe perechi în cadrul cărora sub dirijarea competentă a învățătorului elevii demonstau, afirmau, negau idei la problema lansată în discuție.

Iată cum este descrisă munca elevului scrib pentru a fi un bun specialist – text dintr-o tăbliță de lut „*Ridicarea în slăvi a artei scribilor*”, depistată în ruinele Nineviei – capitala Assiriei. În textul de pe tăblița de lut era scris: „*Un adevărat scrib nu se gândește la pâinea de toate zilele, ci se concentrează la munca sa. Sârguința îl va conduce pe făgașul bogăției și prosperării.*” [4]

Un alt document arheologic (*mileniul II î.Hr.*) ne permite de a restabili în timp o zi de aflare a unui scrib în „*casa tăblițelor de lut*” – edubbă. Iată cum este descrisă această activitate: „*Elevule unde te duci tu în fiecare zi?*” – întreabă învățătorul. „*Eu merg la școală*”, - răspunde elevul. „*Cu ce te ocupi tu acolo?*” „*Eu îmi fac tăblița mea de lut. Mănânc prânzul. Mie îmi dau sarcina de scriere. Când lecțiile se termin, eu plec acasă și îl văd pe tata. Eu îi povestesc lui despre lecțiile mele, și tatăl meu este bucuros că banii pe care el plătește la școală au rost.*”

Elevul care a finisat cursul și a devenit un scrib specialist adevărat trebuia să cunoască cele patru operații aritmetice, să poată opera corect cu orice text, să posede arta cântului și muzicii, să poată cugeta corect și bine fundamentat, să se orienteze corect în ritualele religioase. În afară de aceste, el trebuia să poată: măsura corect loturi de pământ, a delimita o avere, a se orienta competent în: țesături, metale, culturi, să cunoască limbajul preoților, ciobanilor, negustorilor și meseriașilor.

Cu timpul au apărut pe la temple, zigurate unele programe de a studia filozofia, literatura, muzica, istoria, geometria, dreptul, geografia. Matematica ocupa un loc special. Oamenii instruiți posedau operații de extragere a rădăcinilor pătrate și cubice.

Ceea ce se realiza în aceste școli era o muncă destul de anevoioasă, dar era considerat unicul mod de a răspândi cunoștințele de carte acumulate. Școlile de scribi (*unele dintre care mai târziu au obținut statutul de academii*) au fost în acele timpuri adevărate citadele ale culturii și științei de carte. Acesta a fost începutul procesului de instruire a tinerei generații cu toate atributele didactice necesare lui. În condițiile acestor școli au apărut, s-au scris, s-au perfecționat primele suporturi metodic-didactice din lumea civilizată. Aici au apărut primele opere ce pot fi menționate în Istoria Didacticii Matematicii. Scribii formau o pătură specifică a populației, ce se bucura de anumite privilegii, cum ar putea fi intelectualii astăzi, doar că scribii aveau un statut mult mai înalt în cadrul acelei societăți.

Cultura mesopotamiană a exercitat o influență destul de mare asupra multor popoare ale Orientului Antic, precum și asupra culturii mai noi a lumii antice, mai ales prin perși, greci, arabi hinduși.

Cu referire la anumite realizări la Didactica Matematicii mesopotamiene se poate menționa, că în civilizația în care preoții haldei dețineau toate cunoștințele cu referire la științe, inclusiv și matematica, noi nu putem da răspunsuri clare. Ceea ce era dictat de ei nici nu se punea la îndoială – era ca ceva sfânt și care se accepta fără îndoială. Din aceste considerente ceea ce spuneau ei nu se discuta. Adevărurile matematice erau acceptate sub dictonul de tipul: „*Execută întocmai!*”, „*Fă astfel!*”, „*Urmează în conformitate cu prescripția indicată!*” – era o prescripție de forma unui algoritm care era urmat cu strictețe.

Problemele, adeseori, fiind destul de riguros rezolvate (*spre mirarea multor savanți*) erau urmate de răspunsul exact, însă fără nici o cât de mică lămurire, cu referire la demonstrații nici nu poate fi vorba. A pune la îndoială răspunsul dat putea fi considerat ca un atentat la înțelepciunea preoților, care erau depozitarii de cunoștințe științifice – care la momentul dat nici pe departe nu este estimat la justa valoare.

Nu pot oamenii de știință să lămurească cum și în ce mod erau rezolvate corect ecuații algebrice de gradul doi și trei, cum erau extrase rădăcini pătrate și cubice din numere, cu câtă dibăcie ei operau cu triunghiul dreptunghic cu relațiile dintre laturile și relațiile trigonometrice ale unghiurilor lui, cu multitudinea de triplete de numere naturale care satisfac egalitatea cunoscută oricărui elev ce a studiat relațiile care urmează din Teorema lui Pitagora, pe care actualmente o numim *Teorema lui Pitagora*, dar cunoscută preoților haldei cu mii de ani mai înainte, ei operau destul de abil și corect cu multe alte operații matematice, care la momentul actual prezintă dificultăți, dar mite în acele timpuri.

Multe întrebări și răspunsurile la ele sunt scrise pe tăblițele de lut nedescifrate, atât cele care permit acces de a le cerceta, fiind depozitate prin marile colecții ale muzeelor lumii, precum și multe care se află în anonimatul colecțiilor particulare unde accesul savanților este interzis. Dar ce comori se află sub mormanele de ruine care pot da lumină și răspuns la întrebările care frământă mințile multor oameni de știință.

Dacă apelăm la structura modernă a principiilor aplicate în educația matematică rudimentară a civilizației mesopotamiene, apoi trebuie de menționat:

- școala în cadrul căreia se realiza instruirea răspunzând intereselor statului dat într-un cadru dat de activitate practică;
- școala preotească pregătirea slujitorilor ai cultelor;
- școala pe lângă serviciul de evidențiere a datoriilor, impozitelor, instruia funcționarii în acest domeniu;
- școala care instruia specialiști în delimitarea terenurilor care se dădeau în arendă pentru a prelucra pământul și a cultiva o oarecare cultură, care servea ca sursă de venit din care se plătea impozit ce pleca în visteria statului, venit calculat din timp;
- școlile particulare de meseriași de cele mai variate spețe etc. și în fiecare din ele erau aplicate principii de instruire în domeniul dat.

Dar, totodată, aceste principii erau strâns legate de activitatea cotidiană a celor care practicau regulat activitățile legate de aplicarea practică a matematicii. Problemele matematice care apăreau pentru a fi soluționate rezultau din activitatea practică și, de multe ori, intuitiv erau rezolvate după prescripțiile indicate la modelele de soluționare existente, sau unii scribi antrenați și iscusiți singuri intuiau soluția căutată. În astfel de situații a apărut germenii *principiului unității dintre senzorial și rațional în învățământul matematic*.

În alte condiții aceleași situații de multiple încercări experimentale scribii observă că rezultatele obținute depind de niște condiții abstracte ce nu au nimic comun cu materia propriu zisă, ci de o anumită raportare a datelor între ele și ca rezumat experimentat a apărut o ipoteză, ceva mai târziu demonstrată, că soluția mereu va fi de tipul dat în condițiile ipotetice date – în acest mod apar germenii *principiului caracterului științific al învățământului matematic*.

Mai apoi au apărut *principiul sistematizării* ca un rezultat al utilizării de mai multe ori a unei și aceeași procedee, care decurg în situații similare; *principiul însușirii conștiente* etc.

Care dintre aceste principii și unde au fost aplicate e greu de demonstrat, dar că în mod empiric au fost practicate este cert, deoarece aceste principii sunt teze generale ce exprimă în totalitatea lor concepția fundamentală a procesului instructiv în orice formă nu s-ar afla.

Modelul integrat STEAM, reprezintă o amalgamare a experiențelor de viață și, în cazul dat se încadrează cu toate încercările sale de invenții, descoperiri, și cercetare empirică matematică în cadrul civilizației mesopotamiene se încadrează în concepția proiectului STEAM și pot fi un adevărat spor pentru profesorii ce urmează să dezvolte scenarii didactice în acord cu finalitățile studierii unei teme care are tangențe în context cu evoluția matematicii în matematica civilizației mesopotamiene.

Didactica Matematicii are sarcina de a educa gustul estetic pentru a lua decizii în procesul de soluționare a celor mai diverse probleme, care apar în activitatea cotidiană, de a forma deprinderi, aptitudini pentru astfel de acțiuni care se sprijină pe inițiative creatoare, gândire independentă în luarea de decizii.

Trebuie de menționat, că educația matematică a fost organizată în raport de cerințele societății date:

- școala preotească pregătea slujitori ai cultelor și matematica era studiată atâta cât era necesară unui preot;
- școala pe lângă serviciul de evidențiere a datoriilor, impozitelor, instruia funcționari în acest domeniu, care trebuiau a cunoaște evidențele contabile și prinosul sau pierderea lor în condiții simple de liber schimb;
- școala care instruia specialiști în delimitarea terenurilor care se dădeau în arendă pentru a prelucra pământul și a cultiva o oarecare cultură, care servea ca sursă de venit din care se plătea impozit ce pleca la visteria statului și venitul calculat din timp de pe lotul dat;
- școlile particulare de meseriași de cele mai variate spețe etc. și în fiecare din ele erau aplicate principii de instruire în domeniul dat, inclusiv și în negoț, slujbași de stat etc.

Bibliografie

1. CUCOȘ, C. *Istoria pedagogiei*. București: Polirom, 2001, 284 p.
2. KOLMAN, E. *Istoria matematicii în antichitate*. București: Editura Științifică, 1963, 246 p.
3. SOCOLOV, G. *Istoria și filosofia culturii*. Chișinău: F.E.P. „Tipografia centrală”, 1998, 398 p.
4. STANCIU, I. Gh. *Istoria pedagogiei. Manual pentru clasa a XII. Școli normale*. București: EDP, 1998, 196 p.

MATEMATICA ÎN COTIDIAN**Valentina GHIMP**, profesor de matematică<https://orcid.org/0000-0002-9455-3436>

Liceul Teoretic Mălăiești, Criuleni, RM

Rezumat. Educația STEM/STEAM își propune să promoveze și utilizeze metode de predare-învățare bazate pe investigare și analiză directă, pentru a implica elevii în mod direct în rezolvarea problemelor cu legende selectate din cotidian, dar și prin prezentarea unor modele de carieră în domeniul dat.

Cuvinte cheie. Probleme, proces educațional, discipline exacte.

Abstract. STEM/STEAM education aims to promote and use teaching-learning methods based on direct investigation and analysis, in order to involve students directly in solving problems with selected legends from everyday life, but also by presenting career models in the given field.

Keywords: Problems, educational process, exact disciplines.

Probleme cu conținut cotidian, activități STEM/STEAM în procesul educațional al disciplinelor exacte.

Educația STEM/STEAM își propune să promoveze și utilizeze metode de predare-învățare bazate pe investigare și analiză directă, pentru a implica elevii în mod direct în rezolvarea problemelor cu legende selectate din cotidian, dar și prin prezentarea unor modele de carieră în domeniul dat, astfel încât elevii claselor mai mari să regăsească un model pe care vor să-l urmeze în viața adultă.

Educația STEM/STEAM include activități reale de soluționare a problemelor de matematică cât mai variate și selectate din cele mai diverse domenii. Temele proiectelor STEM/STEAM au la bază întotdeauna situații reale din viața de zi cu zi și aceasta subliniază necesitatea de studiere a matematicii, ca un obiect care dezvoltă la elevi cele mai performante caracteristici ale unei persona. Includerea activităților de acest fel ajută copiii să se concentreze asupra părților importante ale educației, cum să o aplici în viața reală.

În manualul de Matematică (Aritmetică, Algebra) clasa a VI-a, Redactor științific A. Hariton, 1998 sunt propuse probleme cu conținut cotidian, care pot fi incluse ca activități în educația STEM/STEAM.

Proiectul STEM/STEAM „Obiceiuri și tradiții”**Problema 10** (pag.14)

Din 400 de nuci, 250 de biscuiți și 150 de ciocolate trebuie pregătite cadouri pentru copii, astfel încât toți copiii să primească cadouri identice. Care este cel mai mare număr posibil de cadouri și câte nuci, biscuiți și ciocolate va conține fiecare dintre acestea?

Proiectul STEM/STEAM „Matematica în culinarie”

Problema (pag. 17)

La cantina școlii s-au consumat pe parcursul unei luni $250\frac{3}{4}$ kg de zahăr, ceea ce constituie $\frac{3}{4}$ din cantitatea de zahărului prevăzut pentru consum. Aflați cantitatea zahărului prevăzut pentru consum.

Problema 8 (pag. 43)

La prepararea dulceții din vișine se iau 5 pahare de vișine la 3 pahare de zahăr. Câte pahare de zahăr se vor lua la 30 pahare de vișine?

Problema 7 (pag. 61)

Din 50 kg de cartofi se obțin 7,5 kg de amidon. Ce cantitate de amidon se va obține din 3,8 kg de cartofi?

Problema 12 (pag. 62)

O gospodină a folosit la prepararea unei prăjituri: 5 ouă, 280g de făină, 200g de zahăr, 120g de unt, 8 linguri de lapte. Ce cantitate de zahăr, unt, lapte, ouă va folosi gospodina pentru 300g de făină?

Proiectul STEM/STEAM „Figuri și corpuri geometrice”

Problema 30 (pag. 27)

Lungimea unui dreptunghi este egală cu 3,5m. Care trebuie să fie lățimea acestui dreptunghi, pentru ca aria lui să fie de cel mult $6m^2$

Problema 4 (pag. 184)

Suprafața totală a două loturi de pământ de formă dreptunghiulară este egală cu 7,4 ha. Lungimea primului lot este egală cu 250 m, iar lungimea celui de al doilea este de 150m. Să se afle suprafața fiecărui lot, dacă lățimea primului lot este cu 40m mai mare decât lățimea celui de al doilea.

Proiectul STEM/STEAM „Matematica la cumpărături”

Problema 9 (pag. 47)

Un pix și un creion costă 0,7 lei. Să se afle cât costă un pix și cât costă un creion știind că prețul pixului este de 1,8 ori mai mare decât prețul creionului.

Problema 10 (pag. 47)

Trei ciocolate și patru înghețate costă 7 lei 5bani, iar raportul dintre prețul ciocolatei și prețul înghețatei este de 5:8. Cât costă o ciocolată și cât costă o înghețată?

Proiectul STEM/STEAM „O călătorie imaginară prin Moldova”

Problema 1 (pag. 22)

Un autovehicul a parcurs în 6,5 h 343,25km. În prima parte a drumului el s-a deplasat cu viteza de 50,5 km/h, iar a doua parte a drumului- cu viteza de 55,5 km/h. Câte ore s-a deplasat autovehiculul cu viteza de 50,5 km/h?

Problema 39 (pag.27)

Din localitatea A și B au plecat în același timp, unul în întâmpinarea celuilalt două autobuze cu vitezele de, respectiv, 46 km/h și 45 km/h, care s-au întâlnit peste 2 ore. Să se afle distanța dintre A și B. Să se scrie formula numerică pentru rezolvarea acestei probleme.

Problema 2 (pag.72)

Să se determine, folosind harta Republicii Moldova, distanța dintre comuna în care locuiți și capitala țării în două moduri:

- a) direct ca puncte geografice,
- b) conform drumului de circulație dintre aceste localități.

Proiectul STEM/STEAM „Matematica în familie”**Problema 19** (pag. 230)

Diferența dintre vârsta fratelui și vârsta surorii este egală cu 5ani, iar raportul acestor vârste este egală cu $\frac{3}{4}$. Câți ani are sora și câți ani are fratele?

Problema 8 (pag. 229)

Tatăl are 40 de ani, iar fiul 12 ani. Cu câți ani în urmă vârsta tatălui a fost de 5 ori mai mare decât vârsta fiului?

Problema 3 (pag. 193)

Vârsta tatălui se raportează la vârsta fiului ca 9:4. Câți ani are fiul, dacă tatăl are 45 de ani?

Bibliografie

1. FRANȚUZAN, Ludmila. *Modele de reconfigurare a procesului de învățare*. Chișinău: Institutul de Științe ale Educației, 2022.
2. RUȘCONI, Mihaela. *Despre STEM/ STEAM și profesori. Considerații generale*. În: *EDICT- Revista educației*, Editura Agata, 2023.
3. HARITON, Andrei. *Matematică: 200 probleme și întrebări amuzante pentru clasele I-IV*. Chișinău: Lyceum, 2000, 63 p.
4. HARITON, Andrei. *Matematică: Manual experimental pentru clasa a V-a*. Chișinău: Știința, 1997, 352 p.
5. www.risd.edu – „STEM to STEAM”.
6. www.hipo.ro – „Meseriile viitorului”.
7. NASH, Eryl. *Transforma știința în artă. Ghid esențial STEAM*. Editura NICULESCU, 2021.

APLICAREA RAPOARTELOR ȘI PROPORȚIILOR ÎN REZOLVAREA PRACTICĂ A PROBLEMELOR

Cristina-Cătălina GRĂCHILĂ, profesor de matematică grad didactic superior

<https://orcid.org/0009-0005-7335-2853>

director adjunct, Instituția Publică Gimnaziul Vărăncău, Republica Moldova

Rezumat. Rapoartele și proporțiile sunt noțiuni matematice aplicate frecvent în rezolvarea problemelor din viața de zi cu zi, facilitând calculul unor cantități atunci când există o relație directă între ele. În acest articol, vom aborda trei exemple practice pentru a înțelege mai bine modul în care aceste concepte ne pot ajuta să rezolvăm probleme din diferite domenii.

Cuvinte cheie: Raport, proporție, probleme, rație, relații între cantități.

Abstract. Ratios and proportions are mathematical notions frequently applied in solving problems in everyday life, facilitating the calculation of quantities when there is a direct relationship between them. In this article, we will address three practical examples to better understand how these concepts can help us solve problems in different fields.

Keywords: Ratio, proportion, problems, ration, relations between quantities.

Introducere

Rapoartele și proporțiile sunt noțiuni matematice aplicate frecvent în rezolvarea problemelor din viața de zi cu zi, facilitând calculul unor cantități atunci când există o relație directă între ele. În acest articol, vom aborda trei exemple practice pentru a înțelege mai bine modul în care aceste concepte ne pot ajuta să rezolvăm probleme din diferite domenii.

Problema 1

Pentru o fabrică, este nevoie de $0,39 \text{ m}^3$ de lut și $0,05 \text{ m}^3$ de nisip pentru a produce 100 de cărămizi. Se cere să aflăm ce cantitate de lut și nisip este necesară pentru a produce 125.000 de cărămizi.



Rezolvare:

1. Calculăm raportul dintre materialele necesare și numărul de cărămizi:

Lut: $0,39 \text{ m}^3 / 100 = 0,0039 \text{ m}^3/\text{cărămidă}$;

Nisip: $0,05 \text{ m}^3 / 100 = 0,0005 \text{ m}^3/\text{cărămidă}$

2. Înmulțim aceste cantități cu numărul dorit de cărămizi (125.000):

Lut necesar: $125.000 \times 0,0039 = 487,5 \text{ m}^3$;

Nisip necesar: $125.000 \times 0,0005 = 62,5 \text{ m}^3$.

Răspuns final:

Pentru a produce 125.000 de cărămizi, sunt necesare $487,5 \text{ m}^3$ de lut și $62,5 \text{ m}^3$ de nisip.

Problema 2

O cutie de transmisie a unui autovehicul are două roți dințate unite între ele. Prima roată are 17 dinți și realizează 400 de rotații într-un anumit interval de timp. Se cere să aflăm câte rotații va realiza a doua roată, care are 14 dinți, în același timp.



Rezolvare:

1. Deoarece roțile sunt unite, numărul total de dinți care trece printr-un punct fix este același pentru ambele roți.

2. Folosim formula proporției pentru a afla numărul de rotații ale roții a doua:

$$\text{Rotații}_1 \times \text{Dinți}_1 = \text{Rotații}_2 \times \text{Dinți}_2;$$

$$400 \times 17 = \text{Rotații}_2 \times 14;$$

$$\text{Rotații}_2 = (400 \times 17) / 14 = 485,7 \approx 486 \text{ rotații.}$$

Răspuns final: *A doua roată va realiza aproximativ 486 de rotații.*

Problema 3

Pentru prepararea unei prăjituri, o gospodină a folosit 5 ouă, 280 g de făină, 200 g de zahăr, 120 g de unt și 8 linguri de lapte. Se cere să aflăm ce cantități de zahăr, unt, lapte și ouă sunt necesare pentru a folosi 300 g de făină.



Rezolvare:

Calculăm raportul ingredientelor față de făină în rețeta inițială:

Ouă: $5 \text{ ouă} / 280 \text{ g făină} = 0,0179 \text{ ouă/g făină}$;

Zahăr: $200 \text{ g zahăr} / 280 \text{ g făină} = 0,714 \text{ g zahăr/g făină}$;

Unt: $120 \text{ g unt} / 280 \text{ g făină} = 0,429 \text{ g unt/g făină}$

Lapte: $8 \text{ linguri lapte} / 280 \text{ g făină} = 0,0286 \text{ linguri/g făină}$.

2. Înmulțim aceste rapoarte cu noua cantitate de făină (300 g):

Ouă necesare: $300 \times 0,0179 \approx 5 \text{ ouă}$;

Zahăr necesar: $300 \times 0,714 = 214,2 \text{ g zahăr}$;

Unt necesar: $300 \times 0,429 = 128,7 \text{ g unt}$;

Lapte necesar: $300 \times 0,0286 = 8,58 \approx 9 \text{ linguri}$.

Răspuns final:

Pentru 300 g de făină, sunt necesare aproximativ 5 ouă, 214 g de zahăr, 129 g de unt și 9 linguri de lapte.

Concluzii

Aceste exemple demonstrează utilitatea rapoartelor și proporțiilor în rezolvarea practică a celor mai diverse probleme cotidiene în cele mai variate activități ale omului modern, precum:

- Prepararea rețetelor medicale în farmacii.
- Prepararea anumitor substanțe lichide și pulverulente într-o consistență necesară.
- Fabricarea de materiale la transmisii mecanice și rețete de gătit.
- Prepararea rațiilor furajere în hrănirea animalelor. etc.

Cu alte cuvinte proporțiile ne permit să ajustăm cantitățile într-un mod eficient și precis, simplificând astfel procese complexe din viața cotidiană.

Bibliografie

1. HARITON, Andrei. Matematică clasa a VI-a. Chișinău, 1998.
2. HARITON, Andrei. Matematică: Manual experimental pentru clasa a V-a. Chișinău: Știința, 1997, 352 p.

**INTEGRAREA MATEMATICII ȘI BIOLOGIEI
ÎN CURRICULUMUL ȘCOLAR PENTRU ÎNVĂȚĂMÂNTUL SECUNDAR:
O ABORDARE INTERDISCIPLINARĂ**

Serghei MAFTEA, dr. științe fizico-matematice

<https://orcid.org/0000-0001-9497-2967>

Academia „Ștefan cel Mare” a MAI

Alexandra MAFTEA, profesor de biologie

IPLT „Nicolae Bălcescu”, com. Ciorescu Chișinău

Abstract. Articolul țintește prezentarea unui aspect interdisciplinar al matematicii și biologiei în învățământul secundar. Astfel, conceptul de mulțime servește ca un instrument educativ pentru a promova învățarea interdisciplinară, oferindu-le elevilor oportunități de a explora legături între diverse domenii și de a dezvolta o gândire analitică și aplicativă. Modelarea matematică, aplicabilă pe niveluri empirice și teoretice, permite descrierea obiectelor, fenomenelor sau proceselor prin intermediul limbajului matematic, facilitând astfel transferul cunoștințelor între domenii. În cazul dat, conceptul de mulțime devine un punct de plecare în formularea unor exerciții care reflectă conexiuni interdisciplinare între matematică și anumite aspecte din biologie.

Cuvinte-cheie: interdisciplinar, mulțime, submulțime, organism.

Abstract. The article aims to present an interdisciplinary aspect of mathematics and biology in secondary education. Thus, the crowd concept serves as an educational tool to promote interdisciplinary learning, providing students with opportunities to explore connections between diverse fields and develop analytical and applied thinking. Mathematical modelling, applicable on empirical and theoretical levels, allows the description of objects, phenomena or processes through mathematical language, thus facilitating the transfer of knowledge between fields. In the given case, the concept of the crowd becomes a starting point in the formulation of exercises that reflect interdisciplinary connections between mathematics and certain aspects of biology.

Keywords: interdisciplinary, set, subset, organism.

Conceptul de mulțime joacă un rol important în cadrul interdisciplinarității, mai ales când vine vorba de integrarea matematicii cu alte domenii, precum este biologia. Astfel pentru a facilita modelarea matematică, un instrument esențial pentru descrierea și studierea fenomenelor din diverse discipline mulțimea este utilizată ca un punct cardinal [7]. Pentru a susține opinia, precum că modelarea matematică se aplică cu succes în biologie și releva existența necesității, în special în învățământul secundar general, de a evidenția și consolida corelația interdisciplinară a matematicii și biologiei, ne propunem, în acest articol, de a prezenta o conexiune interdisciplinară a matematicii și biologiei prin intermediul conceptului de „mulțime”. Aceasta contribuind, din perspectiva cadrului didactic la creșterea gradului de înțelegere a posibilității de aplicare practică în predarea matematicii a biologiei și viceversa, iar din perspectiva elevului de asimila mai profund

materialul didactic, precum și de a percepe relațiile dintre diferite discipline școlare. Acest ultim aspect intervine în conștiința elevului prin competențe de a combina cunoștințe, metode și instrumente propuse de aparent diferite domenii în vederea obținerii unei înțelegeri mai profunde și temeinice a subiectelor propuse, atât de matematică, cât și de biologie. Subliniem că se dorește de a contribui la evidențierea rolului interdisciplinarității prin prisma integrării și colaborării dintre domeniile de studiu evidențiate în vederea abordării unităților de conținut din perspectiva conceptului de mulțime.

În contextul învățământului gimnazial, termeni precum sunt „unități de competență”, „unități de conținut”, și „activități și produse de învățare recomandate” sunt elemente esențiale ale curriculumului național la matematică. Astfel, la nivel de *unități de competență*, începând cu clasa a V-a, în vederea formării și dezvoltării de cunoștințe, abilități și atitudini necesare pentru a îndeplini anumite sarcini cu noțiunea de mulțime curriculumul național evidențiază următoarele: *identificarea și aplicarea în situații reale și/sau modelate a terminologiei aferente noțiunii de mulțime în contexte diverse, inclusiv în comunicare; transpunerea unei situații reale și/sau modelate în limbaj matematic, rezolvarea problemei obținute și interpretarea rezultatului, utilizând mulțimile*. În acest sens sunt propuse diverse unități de conținut, precum: *Mulțimea numerelor naturale, întregi, raționale, reale. Incluziunile $N \subset Z \subset Q \subset R$; Operații cu mulțimile N, Z, Q, R și submulțimile lor (reuniunea, intersecția, diferența, produsul scalar (cu două mulțimi finite)); Mulțimi. Moduri de definire a mulțimilor. Relații de apartenență. Mulțimi egale. Submulțimi. Cardinalul mulțimii finite; Noțiunea de ecuație. Mulțimea soluțiilor ecuației* [8].

Pe palierul *activități și produse de învățare recomandate*, circumscrise unităților de competență specificate, se evidențiază rezolvarea exercițiilor și problemelor referitoare la scrierea și citirea mulțimilor, determinarea cardinalului unei mulțimi, aplicarea terminologiei și a notațiilor aferente noțiunii mulțime, inclusiv în situații de comunicare, transcrierea mulțimilor dintr-un mod de definire în altul, aplicarea terminologiei și a notațiilor aferente noțiunii mulțime, determinarea cărei mulțimi de numere îi aparține numărul dat, determinarea mulțimii divizorilor, a multiplilor unui număr natural, determinarea cardinalului unei mulțimi finite, determinarea cărei mulțimi de numere/mulțimi de obiecte îi aparține numărul dat/obiectul dat. De asemenea, pe palierul activităților și produselor de învățare recomandate se află și cercetarea și investigarea cazurilor concrete din situații reale și/sau modelate referitoare la mulțimi. Un alt pilon reprezentativ prezent în curriculumul la matematică este și cel intitulat „Produse recomandate”, care este evidențiat de propunerea de proiect cu titlul „Mulțimi în jurul meu” [5].

Ca o consecință a acestor aspecte se evidențiază conexiunea, bazată pe conceptul de „mulțime”, între matematică și biologie cel puțin perspectiva analizei structurilor și

relațiilor prezente în cadrul compartimentului în care se studiază organismele vii. Într-adevăr, conceptul de mulțime poate fi apelat pentru a explora și analiza structurile biologice, cum ar fi clasificarea organismelor. Astfel ne propunem să folosim conceptul respectiv pentru a grupa specii, genuri sau ecosisteme în funcție de trăsături comune, în ideea de a facilita astfel înțelegerea, de către elevi, a relațiilor complexe dintre acestea.

În matematică, conceptul de mulțime este folosit încă din secolul al XIX-lea, fiind asociat cu opera lui Georg Cantor (1845-1918) în care sunt formulate și demonstrate rezultate de bază a teoriei mulțimilor. Matematicianului Georg Cantor i se acordă meritul de a fi introdus și conceptul de mulțime vidă, aceasta fiind definită ca o mulțime ce nu conține elemente. Drept caracteristici se reliefează faptul că mulțimea vidă este unică și că este submulțime a oricărui mulțimi nevide [8]. Cu referire la teoria mulțimilor specificăm că aceasta reprezintă un domeniu al matematicii în care predomină conceptele abstracte și generalizarea. Astfel, percepția conform căreia matematica este adesea considerată distantă de realitatea cu care se confruntă omul se datorează în parte și teoriei mulțimilor. Referindu-ne la sistemul propus de Georg Cantor se poate evidenția faptul că *mulțimea* reprezintă un concept cheie, care este definită ca o totalitate de elemente de orice natura, concepute ca un întreg [9]. Printre altele, o astfel de definiție permite posibilitatea tratării ca element al unei mulțimi chiar o mulțime. În acest context, privitor la faptul ce se înțelege prin *mulțime* se poate observa că acest concept poate fi abordat, de către elevi, din diferite perspective și anume: ca reprezintă ceva predeterminat, fie ca reprezintă un concept artificial, fie ca este un termen suplimentar și inutil, precum și că acesta este caracteristic exclusiv matematicii.

În predarea matematicii, încă de la treapta gimnazială, conceptul de mulțime are un grad înalt de persistență. Unele dintre cele mai relevante exemple, în acest sens, sunt circumscrise rezolvării ecuațiilor și inecuațiilor, sistemelor și totalităților de ecuații și inecuații. Astfel, formarea de competențe la elevi în vederea soluționării de ecuații are ca finalitate determinarea mulțimii de soluții ale acestora, chiar dacă, de exemplu, pentru ecuația $x^2 + 1 = 0$ aceasta este, nu alta decât, mulțimea vidă. În cazul determinării soluției unui sistem de ecuații, mulțimea de soluții este proiectată pe intersecția mulțimilor de soluții ale fiecăreia dintre ecuațiile sistemului, iar pentru o totalitate de ecuații mulțimea de soluții este rezultată din reuniunea mulțimilor de soluții ale fiecăreia dintre ecuațiile respective. Perceperea conceptului de mulțime ca ceva predefinit, de către elevi la lecțiile de matematică, este susținută și de conceptele geometrice precum sunt: dreapta, semidreapta, cercul etc. Din oricare din perspectivele evidențiate, mulțimile pot fi percepute ca structuri care constau din elemente distincte. În vederea identificării, mulțimile, de regulă, se notează cu litere mari ale alfabetelor, precum sunt cel latin, chirilic, grecesc, arab, ebraic etc, sau careva alte caractere și simboluri, iar elementele acestora se notează cu litere mici ale alfabetelor. Astfel, pentru a specifica, de exemplu, că x este un

element al mulțimii S , se folosește notația $x \in S$, care se citește „ x aparține mulțimii S .” Pentru a nota mulțimea vidă (mulțimea care nu conține elemente) se folosește simbolul \emptyset .

În vederea explorării relațiilor dintre mulțimi se definește relația de egalitate, astfel mulțimile A și B se consideră egale dacă sînt alcătuite din același elemente. Acest fapt se notează $A = B$ și se poate formula prin expresia „orice element care aparține mulțimii A aparține și mulțimii B , și invers”. O altă noțiune, pe lângă cea de egalitate între mulțimi, care este direcționată spre aprecierea „conținutului” acestora, în special spre oferirea unei măsuri a „mărimii”, și care permite de a realiza o „comparație” între mulțimi, este cea de cardinal al mulțimii. Cardinalul unei mulțimi A , se notează $|A|$ sau $card A$, este folosit pentru a descrie „cantitatea” sau „dimensiunea” acesteia. În dependență de mulțime se deosebesc mulțimi ale cărei cardinal este un număr, acestea fiind denumite și mulțimi finite, iar celelalte denumite mulțimi cu cardinalitate infinită. Pentru a reprezenta cardinalitatea mulțimii numerelor naturale \mathbf{N} , G. Cantor a folosit simbolul \aleph_0 care se citește „aleph-zero”, unde \aleph este prima literă din alfabetul ebraic [8].

O noțiune centrală, pe care elevul trebuie să o înțeleagă, pe lângă cel de mulțime, îl reprezintă cea de submulțime. Astfel, se spune că o mulțime A , fiecare element al căreia este și element și ale mulțimii B , reprezintă o submulțime a mulțimii B , fapt care se notează $A \subset B$ și care se citește și ca „mulțimea A este inclusă în mulțimea B ”. În acest sens, submulțimile unei mulțimi nevide sunt grupate în două categorii și anume submulțimi proprii și submulțimi improprii. Astfel, ca submulțimi improprii sunt considerate doar mulțimea vidă și însăși mulțimea respectivă privită ca submulțime a sine însăși. Orice altă submulțime, adică o submulțime care nu este egală cu întregul mulțimii, este atribuită la submulțimi proprii.

Pe partea de matematică, în urma desfășurării de lecții ale căror unități de conținut se circumscriu conceptului de mulțime, se presupune că elevii vor dobândi competențe în raționamentul logic specific. Pe partea de biologie aplicarea conceptului de mulțime depinde de unitatea de conținut aleasă. În continuare se va pleca pe folosirea conceptului de mulțime în vederea dobândirii de competențe specifice tematicii ce vizează clasificarea organismelor. Ținem să menționăm, că clasificarea organismelor ține de organizarea și denumirea organismele pe baza caracteristicilor lor comune, astfel încât să se reflecte relațiile de rudenie și evoluționare ale acestora, fiind axată pe criterii, reguli și metode caracteristice taxonomiei. Sistemul de taxonomie folosește o ierarhie de categorii care merg de la general la specific, permițând cunoașterea diversității vieții de pe Pământ. Astfel, taxonomia organizează organismele în mai multe categorii, cunoscute drept taxoni, într-o ordine ierarhică de la cele mai generale la cele mai specifice. Prin definirea mulțimilor și utilizarea conceptelor asociate, cum ar fi cardinalul unei mulțimi sau relațiile de apartenență și incluziune, elevii pot investiga diverse fenomene biologice susținute temeinic de cadrul matematic. De exemplu, exercițiile privind aplicarea taxonomiei pe

baza mulțimilor sunt utile pentru acest tip de integrare. Aceste activități nu doar că evidențiază importanța conceptului de mulțime în matematică, dar și demonstrează cum acesta poate fi folosit pentru a îmbunătăți înțelegerea proceselor biologice.

În cele ce urmează, vom încerca să contribuim la prezentarea rolului interdisciplinarității în integrarea și schimbul de cunoștințe între matematică și biologie, având ca piesă de conexiune conceptul de „mulțime”. În acest sens, se propun mai multe tipuri de exerciții, împreună cu soluții, ce pot fi folosite în cadrul orelor în cadrul învățământului secundar gimnazial. Aceasta venind și în alinierea la opinia enunțată de către cercetătorii V. Bocancea și T. Borodenco precum că „stabilirea conexiunilor interdisciplinare în predare e posibil numai în acel caz, când profesorul dispune de material didactic, ce dă posibilitate de a constata direcțiile principale pentru realizarea acestor conexiuni” [2].

Exercițiu 1. Discutați despre Mulțimea tuturor organismelor vii și anume:

a) Numiți submulțimile disjuncte, la nivel de regn, care alcătuiesc Mulțimea tuturor organismelor vii. b) Propuneți un model de notație pentru Mulțimea tuturor organismelor vii și submulțimile disjuncte care o alcătuiesc. c) Determinați cardinalul mulțimii tuturor organismelor vii din perspectiva folosirii notației aplicate.

Rezolvare. a) Mulțimea tuturor organismelor vii este alcătuită din următoarele regnuri, care pot fi privite ca submulțimi disjuncte: Animalia/animale, Fungi/Ciuperci, Plantae/plante, Protista/protiste, Monera/procariote. b) Pentru a le nota, de exemplu, putem folosi inițialele fiecărui regn, dar eventual și alte litere. Astfel, iată cum ar putea arăta notarea: V - Mulțimea tuturor organismelor vii, A - regnul animalia, Pl - regnul Plantae, F - regnul Fungi, P - regnul Protista, M - regnul Monera. Deci $V = \{A, F, M, P, Pl\}$. c) $\text{card } V = 5$.

Exercițiu 2. Discutați despre omul modern și omul de Neanderthal ca reprezentări ai speciilor *Homo sapiens* și respectiv *Homo neanderthalensis* și anume:

a) Numiți genul căreia îi aparține specia *Homo sapiens*. b) Propuneți un model de notație pentru specie, pentru genul respectiv și reprezentați relația respectivă dintre acestea. c) Specificați, aplicând notații sugestive, incluziunile raportate la familie, ordin, clasă, încrângătură, regn și domeniu.

Rezolvare. a) Omul modern este reprezentat al speciei cu denumirea *Homo sapiens*. *Homo sapiens* provine din limba latină, unde *Homo* înseamnă „om”, iar *sapiens* înseamnă „înțelept”. Omul de Neanderthal face parte din specia dispărută *Homo neanderthalensis*, care se traduce literal ca „omul din Valea Neander”, referindu-se la locul în care au fost găsite rămășițele neanderthalienilor. Ambele specii fac parte din genul *Homo*. b) Se poate propune de a nota specia *Homo sapiens* prin litera - h , specia *Homo neanderthalensis* prin litera - n , iar genul *Homo* prin combinația - G_H , atunci relația dintre acestea poate fi scrisă ca: $h, n \in G_H$. c) Aplicând notațiile: **Familia** *Hominidae* prin - F_H , **Ordinul** *Primates* prin

- O_P , **Clasă** *Mammalia* prin - C_M , **Încrengătură** Chordata prin - I_C , **Regnul** *Animalia* prin - R_A , **Domeniul** *Eukarya* prin - D_E se obține: $n. h \in G_H \subset F_H \subset O_P \subset C_M \subset I_C \subset R_A \subset D_E$.

Exercițiu 3. Pornind de la faptul că orangutanul, este o maimuță și aplicând notații sugestive să se reprezinte: a) Apartenența acestuia la gen. b) Incluziunile raportate la familie, ordin, clasă, încrengătură, regn și domeniu.

Rezolvare. a) Orangutanul pe care îl vom nota prin o este un reprezentant al speciei cu denumirea *Pongo pygmaeus* (Borneo), *Pongo abelii* (Sumatra) pe care o vom nota S_P , care face parte din genul *Pongo* pe care o vom nota prin G_P . Atunci $o \in S_P \subset G_P$.

b) Specia Orangutanul face parte din genul *Pongo*, familia Hominidae, ordinul Primates, Clasa *Mammalia*, încrengătură Chordata, regnul *Animalia* și domeniul *Eukarya*. Atunci $o \in S_P \subset G_P \subset F_H \subset O_P \subset C_M \subset I_C \subset R_A \subset D_E$.

Exercițiu 4. Aplicând notații sugestive scrieți care din următoarele specii: *homo sapiens*, somonul (*Salmo salar*), rechin tigru (*Galeocerdo cuvier*), broasca țestoasă (*Bufo bufo*), vipera berus (vipera comună), limbricul (*Ascaris lumbricoides*), râma (*Lumbricus terrestris*) aparțin și care nu aparțin încrengăturii Chordata.

Rezolvare. Dacă se folosește următorul sistem de notație: încrengătura Chordata prin I_C , specia *homo sapiens* prin litera h , somonul prin - s , rechinul tigru prin - g , broasca țestoasă prin - b , vipera comună prin - v , limbricul prin - l și râma prin - r , Atunci $h, s, g, b, v \in I_C$ și $l, r \notin I_C$.

Exercițiu 5. Discutați despre mulțimea tuturor organismelor din regnul *Animalia* și anume: a) Numiți submulțimile disjuncte, la nivel de încrengătură, care alcătuiesc mulțimea tuturor organismelor din regnul *Animalia* și propuneți un model de notație pentru. b) Determinați cardinalul Mulțimii tuturor organismelor din regnul *Animalia* din perspectiva folosirii notației aplicate.

Rezolvare. a) Regnul *Animalia* cuprinde mai multe încrengături/filumuli majore de organisme. Notăm Mulțimea tuturor organismelor din regnul *Animalia* cu simbolul R_A . Submulțimile disjuncte ce reflectă încrengături majore de organisme se pot nota astfel: C_o - pentru filumul Chordata, A_r - pentru filumul Arthropoda, M_o - pentru filumul Mollusca, A_n - pentru filumul Annelida, C_n - pentru filumul Cnidaria, E_c - pentru filumul Echinodermata. Astfel, putem nota mulțimea R_A ca: $R_A = \{C_o \cup A_r \cup M_o \cup A_n \cup C_n\}$, unde C_o, A_r, M_o, A_n și C_n - sunt submulțimi disjuncte ce reprezintă filumuri din regnul *Animalia*. b) Cardinalul fiecărei submulțimi puse în discuție poate fi foarte mare, având în vedere diversitatea speciei în fiecare filum. Cu referire la cardinalul mulțimii R_A , notat ca $|R_A| = \text{card } R_A$ din perspectiva faptului că submulțimile sunt disjuncte, se poate afirma că este suma cardinalelor submulțimilor respective, adică: $|R_A| = |C_o| + |A_r| + |M_o| + |A_n| + |C_n|$.

Cardinalul total $|R_A|$ este estimativ și variază în funcție de noi descoperiri taxonomice, dar se situează în milioane de specii datorită diversității filumului Arthropoda [1].

Exercițiu 6. Fie mulțimea care reprezintă membrii familiei *Hominidae* este $H = \{\text{Homo sapiens, Pan troglodytes, Pan paniscus, Gorillagorilla, Pongo pygmaeus}\}$.

- Definiți submulțimea H_1 care să conțină doar membrii subfamiliei *Homininae*.
- Definiți submulțimea H_2 care conține membrii subfamiliei *Ponginae* (orangutanii).
- Definiți submulțimea H_3 care conține membrii subfamiliei *Gorillinae* (gorilele).
- Determinați reuniunea mulțimilor H_1 și H_3 . Determinați intersecția mulțimilor H_1 și H_2 .
- Verificați dacă H_2 este submulțime a lui H .

Rezolvare. a) Vom include în această subfamilie oamenii și rudele lor cele mai apropiate, cum ar fi cimpanzeii și bonobii, deci $H_1 = \{\text{Homo sapiens, Pan troglodytes, Pan paniscus}\}$. b) $H_2 = \{\text{Pongo pygmaeus}\}$. c) $H_3 = \{\text{Gorilla gorilla}\}$. d) $H_1 \cup H_3 = \{\text{Homo sapiens, Pan troglodytes, Pan paniscus, Gorilla gorilla}\}$. e) Intersecția este mulțimea vidă, deoarece nu există membri comuni între subfamilia *Homininae* și *Ponginae*, deci $H_1 \cap H_3 = \emptyset$. f) toți membrii lui H_2 aparțin lui H , deci $H_2 \subset H$.

Tipurile de exerciții propuse sperăm să ajute la înțelegerea conceptului de mulțime, precum și a altor concepte precum sunt submulțimea reuniunea, intersecția și aplicarea lor într-un context biologic, folosind sistematica organismelor.

Concluzii

Interdisciplinaritatea cu referire la matematică și biologie are un impact semnificativ asupra ambelor domenii atât prin generarea de vizibile beneficii, cât și de provocări. Această interacțiune, cel puțin prin intermediul conceptului de mulțime, deschide noi perspective și metode pentru înțelegerea complexității vieții și a matematicii. Integrarea matematicii și biologiei în curriculumul școlar pentru învățământul secundar oferă o experiență educațională holistică, aliniată cu natura interdisciplinară a provocărilor științifice moderne. Această abordare nu doar că îmbunătățește înțelegerea ambelor discipline de către elevi, dar stimulează și gândirea critică, rezolvarea problemelor și abilitățile analitice, esențiale în lumea actuală, aflată în continuă dezvoltare. Prin conectarea conceptelor matematice la procesele biologice, elevii dobândesc o apreciere mai profundă pentru relevanța matematicii în înțelegerea lumii naturale, de la tiparele genetice până la sistemele ecologice.

De asemenea, educația interdisciplinară încurajează elevii să stabilească legături între diferite domenii, promovând o experiență de învățare mai cuprinzătoare. Implementarea acestei abordări necesită un design curricular bine gândit, formare profesională pentru profesori și resurse care să pună în legătură aceste discipline într-un mod eficient. Cu sprijinul adecvat, un curriculum integrat poate să susțină elevii, ajutându-i să devină mai adaptabili și inovativi, mai bine pregătiți pentru studiile superioare și

carierile viitoare în domeniul STEM. În ansamblu, integrarea interdisciplinară a matematicii și biologiei în educația secundară reprezintă un pas promițător către un cadru educațional mai dinamic, relevant și de impact, care reflectă natura interconectată a cunoașterii și complexitatea problemelor reale.

Bibliografie

1. AIOANEI, F., STAVRESCU-BEDIAN M.-M. *Zoologia Nevertebratelor, Manual universitar*. Editura Bioflux, 2009.
2. BOCANCEA, V., BORODENCO, T., Conexiunile interdisciplinare – aspect metodic de realizare a continuității. În: *Materialele conferinței republicane a cadrelor didactice*, 27-28 februarie 2021. Volumul VI: Metodologii de învățare eficientă în contextul noilor provocări societale. Chișinău: UST, 2021. pp. 23.
3. CIOLAN, L. *Învățarea interactivă. Fundamente pentru un curriculum interdisciplinar*. Iași, 2008.
4. Curriculumul la disciplina Biologie ediția 2019, aprobat prin ordinul Ministerului Educației, Culturii și Cercetării nr. 906 din 17 iulie 2019. Disponibil la: https://mecc.gov.md/sites/default/files/biologie_gimnaziu_ro.pdf.
5. Curriculumul Național. Matematică. Clasele V-IX. Curriculum disciplinar. Ghid de implementare. Chișinău, 2020. Disponibil la: mecc.gov.md/sites/default/files/matematica_gimnaziu_ro.pdf.
6. Curriculumul național. Matematică. Clasele X-XII. Curriculum disciplinar. Ghid de implementare. Chișinău, 2020. Disponibil la: https://mecc.gov.md/sites/default/files/biologie_gimnaziu_ro.pdf.
7. MAFTEA, S., MAFTEA, A. Aspecte privind corelația interdisciplinară a matematicii și biologiei în învățământul secundar. În: *Materialele conferinței științifice internaționale „Știință și educație: noi abordări și perspective”*, 21-22 martie 2024, Seria XXVI, Volumul 4, pp.18.
8. КАНТОР, Г. *Труды по теории множеств*. Moscova: Наука, 1985.
9. ФРЕНКЕЛЬ, А., БАР-ХИЛЛЕЛ, И. *Основания теории множеств*. Moscova: Мир, 1966.

EVOLUȚIA MATEMATICII MESOPOTAMIENE ÎN CONTEXT ISTORIC**Gabriela-Daniela MARCHITAN**, prof. de matematică grad didactic I<https://orcid.org/0000-0001-5558-4136>

inspectoratul școlar, Vrancea, România

Rezumat. Operațiile numerice în baza 60 erau comode pentru preoții caldei în timpul calculelor matematice realizate în urma observărilor astronomice asupra mișcării vizibile a Soarelui, Lunii, planetelor și a altor corpuri cerești. Astronomii sumerieni au aplicat corect calculele matematice la prima lor mențiune cu referire la explozia unei stele supernovă.

Cuvinte cheie: Tăblițe de lut, matematica, Mesopotamia, sexagesimal, simbolul zero.

Abstract. Numerical operations in base 60 were convenient for Chaldean priests during mathematical calculations made from astronomical observations of the visible motion of the Sun, Moon, planets, and other heavenly bodies. Sumerian astronomers correctly applied mathematical calculations to their first mention of a supernova exploding star.

Keywords: Clay tablets, mathematics, Mesopotamia, sexagesimal, zero symbol.

Introducere

În Sumer, Akkad, Chaldea, Asiria, Babilonul Antic sau Mesopotamia (*mai departe în text se va utiliza cu precădere toponimicul Mesopotamia sau civilizația mesopotamiană*), cu circa 40 de secole în urmă a fost concepută numerația pozițională, adică o astfel de modalitate de notare a numerelor în cadrul căreia una și aceeași cifră poate desemna diferite numere în raport cu locul ocupat de această cifră în ordinul numărului scris, adică un principiu care permite ca o cifră să aibă valori deosebite în funcție de poziția sa în contextul complexului cifric [1, 2, 3, 4, 8].

Sistemul sexagesimal de numerație. Simbolul zero

Operațiile numerice în baza 60 erau comode pentru preoții caldei în timpul calculelor matematice realizate în urma observărilor astronomice asupra mișcării vizibile a Soarelui, Lunii, planetelor și a altor corpuri cerești. Astronomii sumerieni au aplicat corect calculele matematice la prima lor mențiune cu referire la explozia unei stele supernovă.

Numerele mai mici ca 60 erau notate cu ajutorul a două semne: semnul ▼ – pentru unități și semnul ◀ – pentru zeci. Ele aveau o formă asemănătoare unor *cuie*.

De aici denumirea scrisului mesopotamian – *cuneiform*, deoarece mesopotamienii scriau pe tăblițe de lut cu ajutorul unor bețișoare de formă triunghiulară, numite *calam*.

Scrierea babiloniană a fost de la bun început cuneiformă:



Figura 1. Tabletă de lut cu scriere cuneiformă

Imaginea de mai jos reprezintă o tăbliță cuneiformă mesopotamiană sumeriană.

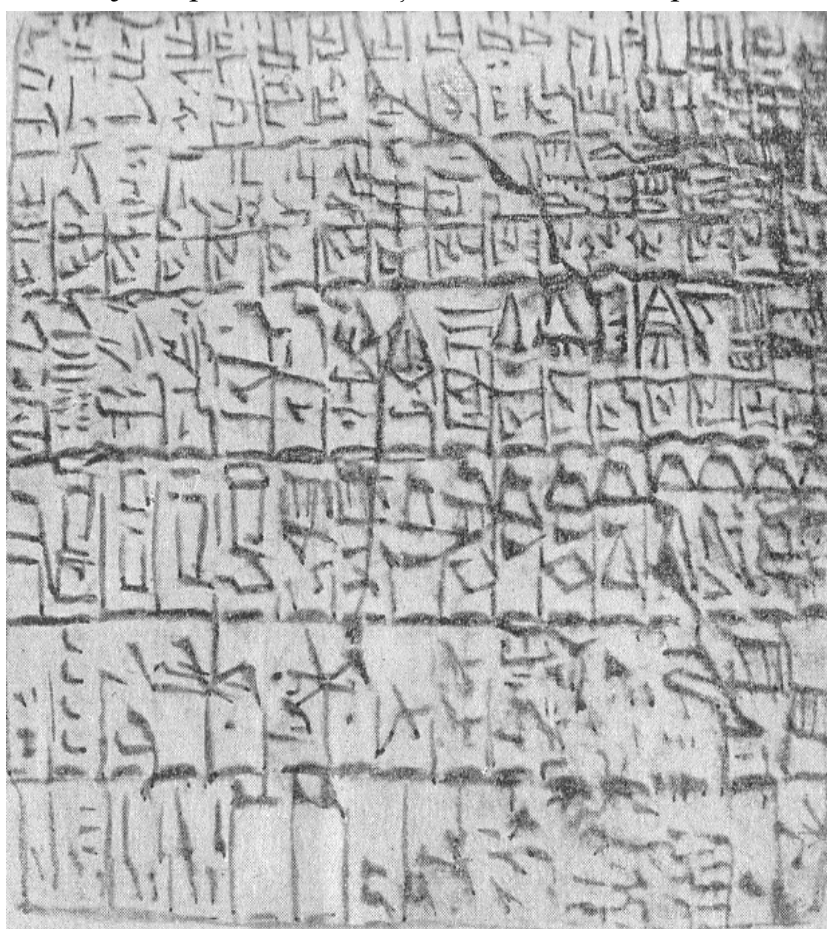


Figura 2. Tabletă de lut cu scriere cuneiformă

Din cele peste 400 de tăblițe de lut cu informații matematice, s-a putut constata că matematica lor era de tip practic – aplicativă.

Proto-sumerienii și mesopotamienii scriau pe tăblițe umede de lut cu calamul lor de trestie aplicat în unghi ascuțit.

Inițial, scrierea se făcea cu ajutorul unor semne ideografice prin care se notau cifrele în următorul mod:

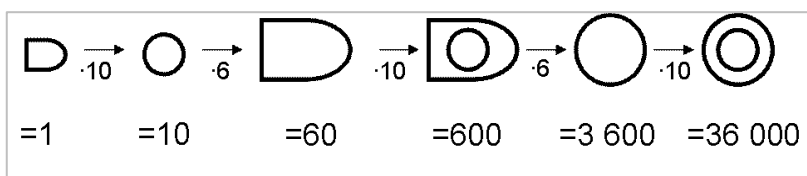


Figura 3. Notarea numerelor în perioada sumeriană antică (până la anul 3000 î.e.n.)

Ulterior aceste notări au fost modificate și se utiliza o elipsă **0** pentru a indica cifra **unu** (1) și un cerc **O sau** \circ pentru cifra **zece** (10). Printr-un cerc mai mare \circ era notat numărul 3600, cel mai mare număr cunoscut în acele timpuri. Când s-a început a scrie cu un capăt prismatic al calamului, cifra **unu** s-a scris \blacktriangledown și semnul pentru zeci era \blacktriangleleft sau \blacktriangleleft . În calculele lor, mesopotamienii utilizau sistemul sexagesimal de numerație (în baza 60) totuși, în unele cazuri, se apela și la sistemul de numerație zecimal (în baza 10), care a fost o influență indo-europeană a păstorilor de animale nomazi ce trăiau pe aproape. Notarea numerelor prin cifre se poate atesta doar în textele legate de matematică și de astronomie. Pentru alte tipuri de texte se utiliza un sistem mixt semi-retoric: de exemplu, scriind 345 ca „3 me 45”, unde *me* desemna cuvântul „sută”.

Este curios faptul că aceste semne se repetau de un număr cerut de ori. De exemplu:

$\blacktriangledown\blacktriangledown - 2$, $\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown - 3$; $\blacktriangleleft\blacktriangleleft - 20$; $\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown - 32$; $\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangleleft$
 $\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown - 59$, însă începând cu cifra 4, semnele se supraetajau: două și trei etaje, după cum este indicat în imaginea următoare, unde sunt indicate unele cifre și numere mesopotamiene (variații):

\blacktriangledown	1	$\blacktriangleleft\blacktriangledown$	11	$\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangledown$	21	$\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangledown$	31	$\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown$	41	$\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	51
$\blacktriangledown\blacktriangledown$	2	$\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown$	12	$\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown$	22	$\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown$	32	$\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	42	$\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	52
$\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	3	$\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	13	$\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	23	$\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	33	$\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	43	$\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	53
$\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	4	$\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	14	$\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	24	$\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	34	$\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	44	$\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	54
$\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	5	$\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	15	$\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	25	$\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	35	$\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	45	$\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	55
$\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	6	$\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	16	$\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	26	$\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	36	$\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	46	$\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	56
$\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	7	$\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	17	$\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	27	$\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	37	$\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	47	$\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	57
$\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	8	$\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	18	$\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	28	$\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	38	$\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	48	$\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	58
$\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	9	$\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	19	$\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	29	$\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	39	$\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	49	$\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$	59
\blacktriangleleft	10	$\blacktriangleleft\blacktriangleleft$	20	$\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangleleft$	30	$\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangledown$	40	$\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangledown\blacktriangledown$	50		

Modalitatea mesopotamiană de notare a numerelor mai mari ca 60 este destul de asemănătoare cu cea actuală zecimală. În cazul în care numerele se scriau după ordine, se admitea un spațiu între ele: $\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown\blacktriangledown$ $\blacktriangledown\blacktriangledown$, astfel se scria numărul 302, adică se subînțelegea $5 \times 60 + 2$ cuiul din ordinul II, indica, ca în cazul sistemului zecimal pozițional

actual, cum ar trebui citite zecile. Deja în cazul dat, unitatea ▼ nu se numără ca 1 în sistemul de numerație sexagesimal, ci ca 60.

Iar acesta ▼ ▼▼ ▼▼▼▼▼ este numărul $1 \times 60 \times 60 + 2 \times 60 + 5 = 3725$, adică cuiul din ordinul III trebuia citit cum ar fi actualmente miile în sistemul zecimal pozițional de numerație. Se considera că unitatea de ordinul III trebuia citită ca 60^2 sau 60×60 .

Simbolul zero

Inițial, în matematica mesopotamiană simbolul zero nu era cunoscut. Nici sumerienii, nici akkadienii sau asirienii nu l-au utilizat în calculele numerice. Semnul ⚡ - simbolul lui zero, a fost introdus în uz după anul 1500 î.Hr., însă nu se practica să fie scris la sfârșitul numerelor așa cum îl scriem noi astăzi, ci doar în interiorul notării numărului [1, 23, 76, 81]. O astfel de practică de a scrie zero la sfârșitul numărului a apărut ceva mai târziu, când scribii au început să opereze cu numere mai mari, de exemplu, cu milioane. Astfel, în cazul în care ordinul respectiv din numărul scris lipsea, se punea semnul ⚡, ce juca rolul de

zero. Numărul acesta ▼▼ ⚡▼▼▼ se citește ca 7203, adică $2 \times 60 \times 60 + 0 \times 60 + 3$.

În următorul desen este reprezentată imaginea numărului $3605 = 60^2 + 0 + 5$:



Lipsa unui ordin inferior nu se nota prin scrierea lui zero și de aceea numărul $180 = 3 \times 60$ era notat prin ▼▼▼, iar această notare putea fi interpretată în multiple forme: 3, 180, $10800 = (3 \times 60 \times 60)$ etc. A deosebi aceste numere fără un context era imposibil. Notarea cifrelor se putea citi în mai multe feluri, după cum am menționat mai sus, același grafem ▼ însemnând și 1 și 60, sau grafemul ◀ însemnând și 10 și 100. Doar datorită introducerii sistemului pozițional, notarea cifrelor a devenit relativ mai simplă și mai clară, dar nu clară complet. De exemplu, numărul $10921 = 3 \times 60^2 + 2 \times 60 + 1$ putea fi scris ▼▼▼▼▼▼, însă această notare se putea citi și ca 655260, care e de 60 de ori mai mare decât primul, și ca oricare număr de forma $60^n \times 10921$ sau pur și simplu 6. Aceasta era o incomoditate a scrisului cuneiform.

În notația sexagesimală era practică și utilizarea unor procedee aditive. De exemplu, sunt întâlnite în unele documente matematice următoarele notări ale numerelor:

◀	▼	▼◀	▼◀◀	▼▼	▼▼◀
10	60	70	80	120	130

Până astăzi însă nu este cunoscut când și în ce mod a apărut sistemul sexagesimal. Există doar mai multe ipoteze, însă nici una din ele, la moment, nu este demonstrată ca fiind cea mai veridică.

Urme ale sistemului sexagesimal de numerație s-au păstrat și astăzi în multe aplicații practice. De exemplu, la măsurarea unghiului arcului de cerc sau a orelor în unități de măsură derivate: minute, secunde – se practică divizarea din 60 în 60 de unități mai mici. În baza acestui sistem mesopotamienii au împărțit cercul în 360° și anul în 360 de zile.

Bibliografie

1. ALBU, A. C. *O istorie a matematicii. Antichitatea până la secolul VI (XIII)*. Pitești: Nomina, 2009, 457 p.
2. CONSTANTIN, D. *Pe urmele vechilor civilizații*. București: Editura Sport și Turism, 1987, 208 p.
3. ВАН дер ВАРДЕН, Б.Л. *Пробуждающаяся наука. Математика Древнего Египта, Вавилона и Греции*. Москва: Издательство физ-мат-литературы, 1959, 460 стр.
4. ВЫГОДСКИЙ, М.Я. *Арифметика и алгебра в древнем мире*. Москва: Наука, 1967, 368 стр.

ASTRONOMIA LA MESOPOTAMIENI**Mirela MĂCIUCĂ**, grad didactic II<https://orcid.org/0000-0002-3862-2812>

Vrancea, România

Rezumat. Cea mai veche știință a fost astronomia. Dezvoltarea cunoștințelor astronomice a fost condiționată mai întâi de toate de necesitatea de a cunoaște termenii schimbării anotimpurilor pentru o organizare corectă a prelucrării pământului și a păstoritului. Efectuând observații asupra naturii, oamenii au observat, că între schimbările de timp și variațiile poziției corpurilor cerești există o oarecare legătură.

Cuvinte cheie. Știință, civilizația mesopotamiană, semne zodiacale, măsura timpului.

Abstract. The oldest science was astronomy. The development of astronomical knowledge was first conditioned by the need to know the terms of the change of seasons for a correct organization of earth processing and shepherding. By making observations of nature, people noticed that between time changes and variations in the position of celestial bodies there is some connection.

Keywords: Science, Mesopotamian civilization, zodiac signs, the measure of time.

Efectuând observații asupra naturii, oamenii au observat, că între schimbările de timp și variațiile poziției corpurilor cerești există o anumită legătură. Aceasta i-a impus să ducă observații asupra bolții cerești, să studieze poziția și mișcarea Soarelui, Lunii și a stelelor [1, 2]. Astfel a fost acumulat imense cunoștințe științifice, sistematizarea cărora a dat posibilitate de a prezice din timp schimbările timpului, sosirea anumitor anotimpuri. Astfel au evoluat cunoștințele astronomice și a apărut astronomia. Cunoștințele astronomice au dat posibilitatea de a se orienta în drum, în mod special în largul mării; călătoria pe mare obținea un rol important în viața economică și politică și stimula dezvoltarea astronomiei. Aceasta din urmă, la rândul ei, a chemat evoluția matematicii.

Pe tăblița de lut de mai jos este harta stelară sumeriană veche de 5.500 de ani. De peste 150 de ani, oamenii de știință au încercat să rezolve misterul acestei tablete de argilă cuneiformă controversate care indică faptul că evenimentul de impact Köfel a fost observat în vremurile antice. Tableta circulară din piatră a fost recuperată din biblioteca subterană din anul 650 î.Hr. a regelui Ashurbanipal din Nineveh, Irak, la sfârșitul secolului al 19-lea. Considerată mult timp a fi o tabletă asiriană, analiza computerizată a confirmat că este de origine sumeriană mult mai veche, potrivit-se cu cerul de deasupra Mesopotamiei în anul 3300 î.Hr. Tableta este un „Astrolab”, cel mai vechi instrument astronomic cunoscut. Este alcătuită dintr-un disc segmentat cu o hartă stelară marcată și unități de măsurare a unghiurilor inscripționate pe margine.



Figura 1. Harta stelară antică

În domeniul astronomiei mesopotamienii au obținut rezultate considerabile. Un fapt absolut excepțional este acela că, într-un desen antic sumerian, vechi de peste 4500 de ani, s-a găsit și o hartă a sistemului nostru solar, mărimile planetelor fiind reprezentate corect, întocmai cu cele din hărțile astronomice de azi, și în care apare și o altă planetă (*poate Nibiru*) între Marte și Jupiter.



Figura 2. Semnele Zodiacului în mitologia mesopotamiană

În centru sunt indicate scene legate de mitologia celor șapte zile ale săptămânii.

Pe tot parcursul evoluției astronomiei în contextul civilizației mesopotamiene au fost realizate observări astronomice, în special, cu referire la cele patru puncte cardinale, observări asupra mișcării astrilor, deplasării planetelor pe orbitele lor cerești, a fost stabilită ecliptica, împărțită în 12 părți și 12 semne zodiacale, au fost efectuate observări asupra planetelor, stelelor, cometelor și meteoriților, a fost împărțită bolta cerească vizibilă în

constelații, au fost realizate observări asupra eclipselor de Soare și de Lună, s-au observat și înregistrat momentele de trecere la meridianul ceresc a diferitor stele, se cunoștea metoda de determinare a intervalelor de timp care le despart ș.a.

Aceste date erau înregistrate în documente oficiale. Ele demonstrează un nivel înalt al dezvoltării astronomiei în acea vreme. Astronomia mesopotamiană și-a atins culmile dezvoltării în secolele VIII-VI î.Hr., când preoții mesopotamieni aveau deja adunate un număr impunător de cunoștințe astronomice, încât puteau prezice precesia echinocțiilor și a eclipselor.

Astronomii mesopotamieni venerau șapte planete și în genere cifra 7, care apare consacrată în mitul despre facerea lumii. De aici apare și divizarea săptămânii în 7 zile, iar zilele săptămânii erau numite după planetele cunoscute.

Documentele istorice, îndeosebi, cele scrise povestesc despre cunoștințele științifice ale acelor timpuri. Cunoștințele științifice au apărut încă în societatea antică a civilizației mesopotamiene [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Cea mai veche știință a fost astronomia. Dezvoltarea cunoștințelor astronomice a fost condiționată mai întâi de toate de necesitatea de a cunoaște termenii schimbării anotimpurilor pentru o organizare corectă a prelucrării pământului și a păstoritului. Efectuând observații asupra naturii, oamenii au observat, că între schimbările de timp și variațiile poziției corpurilor cerești există o oarecare legătură. Aceasta i-a impus să ducă observații asupra bolții cerești, să studieze poziția și mișcarea Soarelui, Lunii și a stelelor, care la rândul lor a influențat pozitiv asupra evoluției matematicii. Matematica era necesară de asemenea și la distribuirea și măsurarea loturilor de pământ. Ulterior, cu dezvoltarea tehnicii de construcție a edificiilor, matematica era utilizată pentru calculul lucrărilor grandioase, a construirii acareturilor militare. În imaginea de mai sus se poate citi un plan a unei case din acele timpuri.

Omul civilizației mesopotamiene, urmărind cu atenție fenomenele naturii, pentru a le percepe în mod obiectiv în adevăratul lor sens cosmografic, a ajuns, inițial, la cele dintâi forme, încă destul de primitive, de cugetare abstractă. Observând fenomenele din natură și procesele ce au loc în mediul ambiant care se asemănau, adeseori, între ele, omul a încercat, inițial, într-o formă timidă, empirică să le sistematizeze după anumite sensuri logice, cum considera că e corect după părerea lui, întocmind, adesea urmărind poate doar un simplu scop practic, liste de o apreciere binefăcătoare pentru om de animale, plante, pietre și în genere de tot ce îl înconjură și îl impresiona. Aceste observări el le trecea în desene, schițe și alte abstracții ca în cazul planului de mai sus [2].

Din necesități pur economice au apărut cele mai rudimentare începuturi ale științei. Inițial ale au apărut în domeniul matematicii și astronomiei. Necesitatea de a calcula cantitatea produselor alimentare și a mărfurilor, de a determina masa și volumul lor, de a estima aria suprafețelor terenurilor de pământ arabil bune de prelucrat sau semănat, de a determina cantitatea de semințe necesare pentru însămânțarea lor, numărul brațelor de

muncă pentru a le prelucra, de a determina cantitatea necesară de materiale pentru construirea unui edificiu după un plan întocmit în prealabil și multe altele au dus la apariția din timpurile cele mai străvechi a calculului matematic. Inițial acest calcul a existat în formă orală – verbală, iar mai apoi sub formă scrisă, ca o sumă de cunoștințe matematice, din care a și luat naștere aritmetica, algebra și geometria aplicativă. Aceste cunoștințe au fost inițial într-o formă destul de rudimentară practică, apoi, cu timpul din ce în ce mai viguroase și cu un caracter preponderent abstract. Încă din timpurile antice datează mărturiile a unor sisteme de numerație care aveau la bază numerele 5, 6, 10 și produsele sau multiplele lor 30 și 60. Denumirea în sumeriană și în limbile multor popoare din diverse colțuri ale întinsului mega-continent Euro-Asia a primelor cinci numere și a primilor zeci denotă că sistemele de numerație în baza 5 și 10 datează din timpurile foarte străvechi. Ele au o bază logică comună și, adeseori, au și o pronunțare aproape identică. Cuvintele ce exprimă numerele 7, 8 și 9 la multe popoare, inclusiv și la sumerieni, sunt formate din unirea cuvântului care exprimă numărul *cinci* cu alt cuvânt, care exprimă numărul corespunzător suplimentar ($6 = 5 + 1$; $7 = 5 + 2$; $8 = 5 + 3$; $9 = 5 + 4$).

Ulterior această originală combinație de sisteme de numerație a dus la împărțirea anului în 360 de zile și a cercului în 360° , a lunii în 30 de zile, a minutei și secundeii respectiv în câte 60 de părți egale. Textele matematice scrise pe tăblițe de lut cu scriere cuneiformă, care indică ridicări la puterea a doua și a treia, extragerea rădăcinii pătratice și cubice după anumite formule (*cu toate că cu mici erori*), calcularea volumului corpurilor (*fie inexacte*), demonstrează că matematica mesopotamiană era destul de dezvoltată încă din epoca sumeriană, adică această matematică avea rădăcini mult mai adânci luate din culturile altor comunități, care nu au putut lăsa urme pentru posteritate, deoarece nu posedau scrierea. Această matematică avea un caracter, preponderent, practic. Urmele acestei matematici sunt atestate prin alcătuirea tabelelor de înmulțire, împărțire și scădere cu cifre până la 180 mii (*la înmulțire*), care erau necesare scribului-matematicianului practic să execute operații matematice în mod operativ și cu numere mari.

Toate documentele matematice mesopotamiene cunoscute indică prezența unei matematici cu caracter pur practic: calcularea ariilor suprafețelor terenurilor de pământ care necesită a fi prelucrat, planuri a unor terenuri de pământ. Aceasta demonstrează că primele cunoștințe în domeniul geometriei la mesopotamieni a apărut din necesitățile practice a măsurării loturilor de pământ, fie pământ irigabil, fie pământ obișnuit. Matematicienii mesopotamieni practicaau pentru determinarea ariei unei suprafețe de teren agricol sub formă de poligon neregulat decuparea terenului inițial în mai multe figuri geometrice a căroră arie ei o puteau calcula: triunghiuri, dreptunghiuri, pătrate și trapeze. Se calcula aria fiecărei figuri aparte, apoi se adunau rezultatele.

În domeniul construcțiilor, marile edificii impresionau prin proporțiile lor colosale, cu toate că foloseau un material atât de fragil ca cărămida uscată la Soare. Meșterii

mesopotamieni erau pricepuți în construcția podurilor. S-au găsit în vechea albie a Eufratului resturi a șapte picioare de pod, masive, din cărămidă, fiecare picior la o distanță de 9 m unul de la altul – într-un punct unde albia fluviului era lată de 1000 m: ceea ce înseamnă că podul avea peste o sută de asemenea picioare. Partea carosabilă a podului, lată de aproximativ de 10 m, era din trunchiuri de palmier. Sunt presupuneri că podul putea fi acoperit. Se pare că pentru construcția podului cursul fluviului fusese în prealabil deviat de la cursul lui firesc.

Însă cunoștințele științifice antice constau doar din – informații fragmentare succinte, rețete aparte și reguli fără motivare. Însă chiar și în acele ramuri, în care aceste cunoștințe deja au obținut o generalizare oarecare: în astronomie și matematică, ele erau strâns legate de reprezentările religioase fantastice referitoare la concepția despre natură și om.

Cunoștințele științifice ale mesopotamienilor au avut o mare influență asupra dezvoltării culturale a multor popoare din lumea antică.

Bibliografie

1. ALBU, A. C. *O istorie a matematicii. Antichitatea până la secolul VI (XIII)*. Pitești: Nomina, 2009, 457 p.
2. CONSTANTIN, D. *Civilizația Asiro-Babiloniană*. București: Editura Sport și Turism, 1981, 404 p.
3. LIPIN, L., Belov, A. *Cărțile de lut*. București: Editura Științifică, 1960, 386 p.
4. ВАЙМАН, А.А. *Шумеро-вавилонская математика*. (III-I тыс. д.н.э.). Москва: Издательство восточной литературы, 1961, 275 стр.
5. ВАН дер ВАРДЕН, Б.Л. *Пробуждающаяся наука. Математика Древнего Египта, Вавилона и Греции*. Москва: Издательство физ-мат литературы, 1959, 460 стр.
6. ВЫГОДСКИЙ, М.Я. *Арифметика и алгебра в древнем мире*. Москва: Наука, 1967, 368 стр.

MODELAREA UNOR PROBLEME DE PROBABILITATE ÎN MAPLE**Natalia NEAGU**, dr., conferențiar universitar<https://orcid.org/0000-0003-3944-3688>

Universitatea Pedagogică de Stat “Ion Creangă”

Rezumat. În acest articol va fi prezentată modelarea unor probleme de probabilitate în Maple, pentru care au fost determinate probabilitățile teoretice, dar și frecvențele absolute, utilizând comenzi directe sau proceduri Maple. Aceste rezultate pot fi utilizate în predarea cursului universitar Probabilități și statistică matematică, la studenții specialităților: Matematică și informatică; Informatică și Matematică și informatică. Totodată astfel de modelări vor fi utile la scrierea tezelor de licență cu tematica probabilitate.

Cuvinte cheie: probabilitate, frecvența absolută, probabilitate teoretică, modelare în Maple.

Abstract. In this article will present the modeling of probability problems in Maple, for which theoretical probabilities and absolute frequencies were determined, using direct commands or Maple procedures. These results can be used in the teaching of the university course Probabilities and Mathematical Statistics for students of the specialties: Mathematics and Computer Science; Computer Science and Mathematics and Computer Science. Moreover, such modeling will be useful for writing undergraduate theses on the subject of probability.

Keywords: probability, absolute frequencies, theoretical probability, modeling in the Maple.

Introducere

Sistemul Maple este un mediu de programare pentru calcule numerice și simbolice care permite utilizarea formulelor cu simboluri, necunoscute și operații formale, în comparație cu alte limbaje de programare care utilizează doar date numerice, caractere și șiruri de caractere. Se încadrează în aceeași clasă de produse software ca și Mathematica, MathCAD, MATLAB și TKSolver [1].

Pentru ca o problemă să fie modelată într-un program, este necesar de tradus datele și condițiile problemei, în limbaj mașină.

Există trei modalități principale pentru a obține această traducere:

- interpretarea;
- asamblarea;
- compilarea.

Modelarea unor probleme din probabilitate

O diversitate mare de probleme din probabilitate, aplică operațiile elementare ale combinatoricii, care în Maple pot fi efectuate utilizând comenzile din biblioteca standard. Toate aceste sunt asamblate într-o combinație a pachetului combinat [2-3].

```
> with(combinat);
```

Însă, acest pachet, poate fi apelat și prin comanda (*args*), sau specificat prin prefixul pachetului înainte de comanda necesară *combinat [comanda] (args)*. El conține funcții ale

combinatoricii precum permutările, combinările și aranjamentele, iar fiecare comandă poate fi accesată, fie utilizând formularul complet, fie forma scurtă a numelui comenzii din secvența de solicitare a comenzii [2].

În cazul necesității repetării unui algoritm, sau a unor instrucțiuni se utilizează subprograme. Instrucțiunile ce necesită a fi repetate, reprezintă unitatea căreia i se atribuie un nume cu un set respectiv de parametri. Ori de câte ori va fi necesară execuția acestui grup de instrucțiuni, se specifică numele și parametrii care actualizează grupul de instrucțiuni (astfel se scurtează dimensiunea și crește claritate programului), în Maple acest grup se numește procedură (*procedure*).

Cu ajutorul procedurilor poate fi determinată frecvența absolută, iar numărul de experimente realizate, poate varia sau poate fi selectat manual.

În continuare vom prezenta unele modele a problemelor din probabilitate.

Exemplul 1. Fie 4 litere ale alfabetului latin a, b, c, d. Să se determine probabilitatea că la permutarea acestora să se obțină literele a și b vecine.

Rezolvare. În total avem $4! = 24$ de astfel de permutări diferite. Pentru a determina numărul de permutări, astfel încât a și b să fie vecine, determinăm permutările de la elemente ab, c, d (fig. 1). Obținem $3! = 6$ elemente, luând în considerație că a și b de asemenea pot fi schimbate cu locul, vom avea $2 \cdot 6 = 12$ (*cazuri*), astfel ca aceste elemente să fie vecine. Determinăm probabilitatea, în conformitate cu definiția clasică a probabilității, obținem [3]

$$P(A) = \frac{12}{24} = \frac{1}{2}.$$

În Maple, avem (fig. 1):

```
> P := combinat[permute]([a, b, c, d]);
P := [[a, b, c, d], [a, b, d, c], [a, c, b, d], [a, c, d, b], [a, d, b,
c], [a, d, c, b], [b, a, c, d], [b, a, d, c], [b, c, a, d], [b, c, d,
a], [b, d, a, c], [b, d, c, a], [c, a, b, d], [c, a, d, b], [c, b, a,
d], [c, b, d, a], [c, d, a, b], [c, d, b, a], [d, a, b, c], [d, a, c,
b], [d, b, a, c], [d, b, c, a], [d, c, a, b], [d, c, b, a]]
> Pab := combinat[permute]([ab, c, d]);
Pab := [[ab, c, d], [ab, d, c], [c, ab, d], [c, d, ab], [d, ab, c],
[d, c, ab]]
> Prob = (2*combinat[numbperm](3))
/(combinat[numbperm](4))
Prob = 1/2
```

Figura 1. Soluția exemplului 1, în Maple

Exemplu 2. Cantina unui gimnaziu are 20 de mese. Pe parcursul unei săptămâni un elev ia masa la cantina gimnaziului de 5 ori. Care este probabilitatea, că cel puțin de 2 ori, el stă la aceeași masă?

Rezolvare. Cel mai simplu, este să determinăm probabilitatea contrariului (fig. 2)

$$\begin{aligned}
 &> P_{\text{contrariu}} := \frac{(20 \cdot 19 \cdot 18 \cdot 17 \cdot 16)}{20^5} \\
 & \qquad \qquad \qquad P_{\text{contrariu}} := \frac{2907}{5000} \\
 &> P_{\text{te}} := \text{evalf}(1 - P_{\text{contrariu}}) \\
 & \qquad \qquad \qquad P_{\text{te}} := 0.4186000000
 \end{aligned}$$

Figura 2. Soluția exemplului 2, în Maple

Exemplul 3. La un concurs școlar juriul a fost compus din 6 membri (cj) la întâmplare din profesorii instituției respective. Știind că în instituția dată activează 15 bărbați (cb) și 7 femei (cf), să se determine probabilitatea că juriul să fie alcătuit din 3 bărbați (bj) și 3 femei (fj).

Rezolvare. Pentru a determina numărul de cazuri totale, vom utiliza combinările $C_{22}^6 = 74613$. Cazurile favorabile sunt cele alcătuite din 3 bărbați și 3 femei. Pentru a selecta 3 bărbați din 15, avem $C_{15}^3 = 455$ posibilități, iar 3 femei din 7, avem $C_7^3 = 35$ posibilități. Conform regulii de înmulțire, un juriu compus din 3 bărbați și 3 femei poate fi selectat în $C_{15}^3 \cdot C_7^3$ moduri. Astfel, determinăm probabilitatea

$$P(A) = \frac{C_{15}^3 \cdot C_7^3}{C_{22}^6} = \frac{2275}{10659}$$

În Maple, obținem (fig. 3):

$$\begin{aligned}
 &> cj := 6; cb := 15; cf := 7; bj := 3; fj := 3; \\
 & \qquad \qquad \qquad cj := 6 \\
 & \qquad \qquad \qquad cb := 15 \\
 & \qquad \qquad \qquad cf := 7 \\
 & \qquad \qquad \qquad bj := 3 \\
 & \qquad \qquad \qquad fj := 3 \\
 &> P_{tj} := \frac{\left(\frac{cb!}{bj! \cdot (cb - bj)!} \cdot \frac{cf!}{fj! \cdot (cf - fj)!} \right)}{\frac{(cb + cf)!}{cj! \cdot (cb + cf - cj)!}} \\
 & \qquad \qquad \qquad P_{tj} := \frac{2275}{10659} \\
 &> \text{evalf}(P_{tj}) \\
 & \qquad \qquad \qquad 0.2134346562
 \end{aligned}$$

Figura 3. Soluția exemplului 3, în Maple

Exemplu 4. Se aruncă o monedă de n ori. Să se determine probabilitatea căderii stemei.

Rezolvare. Cunoaștem că probabilitatea teoretică este $P(A) = \frac{1}{2}$ însă prezintă interes frecvența absolută. În acest caz, este necesar să creăm o procedură care să realizeze aruncarea unei monede de n ori. Aceasta se realizează cu ajutorul unui ciclu repetitiv, iar în rezultat obținem (fig. 4):

```

> moneda := proc(n);
  local p, i, c, a;
  c := 0;
  for i from 1 to n do
    a := RandomTools[Generate](integer(range = 1..2));
    if (a = 1) then c := c + 1; fi;
  end do;
  p := evalf( $\frac{c}{n}$ );
  return(p);
end proc;
moneda := proc(n)
  local p, i, c, a;
  c := 0;
  for i to n do
    a := RandomTools[Generate](integer(range = 1..2)); if a = 1 then c := c + 1
  end if
  end do;
  p := evalf(c/n);
  return p
end proc
> expl := moneda(100)
expl := 0.5400000000
> expl := moneda(1000)
expl := 0.4850000000

```

Figura 4. Procedura Maple și soluția exemplului 4

Exemplu 5. Se aruncă un zar de n ori. Să se determine probabilitățile căderii fiecărei fețe a zarului.

Rezolvare. Cunoaștem probabilitatea teoretică $P(A) = \frac{1}{6}$. Pentru determinarea frecvenței absolute, vom utiliza, ca și în exemplul 4, o procedură Maple (fig. 5 și 6).

```

> zar := proc(nn);
  local p1, p2, p3, p4, p5, p6, j, b, c1, c2, c3, c4, c5, c6;
  c1 := 0; c2 := 0; c3 := 0; c4 := 0; c5 := 0; c6 := 0;
  for j from 1 to nn do
    b := RandomTools[Generate](integer(range = 1..6));
    if (b = 1) then c1 := c1 + 1; fi;
    if (b = 2) then c2 := c2 + 1; fi;
    if (b = 3) then c3 := c3 + 1; fi;
    if (b = 4) then c4 := c4 + 1; fi;
    if (b = 5) then c5 := c5 + 1; fi;
    if (b = 6) then c6 := c6 + 1; fi;
  end do;
  p1 := evalf( $\frac{c1}{nn}$ ); p2 := evalf( $\frac{c2}{nn}$ ); p3 := evalf( $\frac{c3}{nn}$ );
  p4 := evalf( $\frac{c4}{nn}$ ); p5 := evalf( $\frac{c5}{nn}$ ); p6 := evalf( $\frac{c6}{nn}$ );
  return(p1, p2, p3, p4, p5, p6);
end proc;

```

```

zar := proc(nn)
  local p1, p2, p3, p4, p5, p6, j, b, c1, c2, c3, c4, c5, c6;
  c1 := 0;
  c2 := 0;
  c3 := 0;
  c4 := 0;
  c5 := 0;
  c6 := 0;
  for j to nn do
    b := RandomTools[Generate](integer(range = 1..6));
    if b = 1 then c1 := c1 + 1 end if;
    if b = 2 then c2 := c2 + 1 end if;
    if b = 3 then c3 := c3 + 1 end if;
    if b = 4 then c4 := c4 + 1 end if;
    if b = 5 then c5 := c5 + 1 end if;
    if b = 6 then c6 := c6 + 1 end if;
  end do;
  p1 := evalf(c1/nn);
  p2 := evalf(c2/nn);
  p3 := evalf(c3/nn);
  p4 := evalf(c4/nn);
  p5 := evalf(c5/nn);
  p6 := evalf(c6/nn);
  return p1, p2, p3, p4, p5, p6;
end proc

```

Figura 5. Procedura Maple pentru exemplul 5

```

> exp2 := zar(1000)
exp2 = 0.1710000000, 0.1680000000, 0.1800000000, 0.1390000000, 0.1670000000, 0.1750000000
> exp2 := zar(100000)
exp2 = 0.1673400000, 0.1667700000, 0.1659100000, 0.1685000000, 0.1661700000, 0.1653100000

```

Figura 6. Frecvența absolută, în Maple

Bibliografie

1. *Structura internă. Categoriile de comenzi MAPLE*. 28 p. Disponibil: https://www.utgjiu.ro/math/mbuneci/book/mo2007/LO_recapitulativ.pdf
2. НАУМОВ М. В. *Решение задач теории вероятности в пакете Maple*. Казань, 2014, 61 p.
3. NEAGU, N. *Teoria probabilităților și statistica matematică*. Chișinău: UPSC, 2023. 137 p. ISBN 978-9975-46-685-1. Disponibil: <http://dir.upsc.md:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3929/Teoria-probabilitatilor-statist-matematica-Suport-curs.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

TEORIA PROBABILITĂȚILOR ÎN MANUALELE PROFESORULUI ANDREI HARITON

Svetlana RAHIMOV, director

<https://orcid.org/0000-0002-1941-0929>

Gimnaziul Volovița „Alexandru Lupașcu”, Soroca RM

Rezumat. Pentru a dezvolta aceste abilități și în final competențe matematice, cerințele actuale stringente ale vieții la etapa actuală cer ca elevii să fie familiarizați cu noțiuni de probabilitate încă din fragedă copilărie.

Cuvinte cheie: Evenimente, șanse, situați, posibil, imposibil, probabilitate.

Abstract. To develop these skills and ultimately mathematical skills, the current stringent requirements of life at the current stage require that students be familiar with notions of probability from early childhood.

Keywords: Events, chances, situated, possibly, impossible, probability.

Tumultul vieții cotidiene la momentul actual aproape zilnic ne surprinde cu situații de problemă în care atestăm diferite întâmplări sau evenimente. Elevul este pus adeseori în situația de a determina șansele ca un anumit eveniment, o situație, o întâmplare să se producă. O afirmație legată de o întâmplare poate fi cotată de un elev ca fiind sigură că se va produce, în timp ce un alt elev o poate aprecia ca fiind posibilă sau chiar imposibilă. În funcție de datele informaționale pe care aceștia le dețin la moment, fiecare dintre elevi poate avea dreptate.

Dacă, de exemplu, li se cere elevilor să aprecieze, pe o scală dată de la calificativul sigur până la calificativul imposibil, șansele de realizare în cazul afirmației „Măine merg la școală”, vom putea avea rezultate corecte pe întreaga scală, căci fiecare va ține cont de propria experiență și de volumul personal de informații pe care le posedă, afirmația fiind legată strict de persoana lor și de punctul lor de vedere.

Este foarte important ca elevul de astăzi, viitorul adult – persoană care va activa în cele mai variate domenii ale activității umane, să poată aprecia corect și interpreta în mod adecvat unele evenimente din natură și viața cotidiană, să poată calcula șansa (probabilitatea) ca acest eveniment să se realizeze – să se producă, să le poată stoca, ordona și clasifica în conformitate cu o anumită scală a șanselor de realizare de la imposibil la sigur sau pe o scală a șanselor de preferință de la foarte neplăcut la foarte plăcut.

Pentru a dezvolta aceste abilități și în final competențe matematice, cerințele actuale stringente ale vieții la etapa actuală cer ca elevii să fie familiarizați cu noțiuni de probabilitate încă din fragedă copilărie. Aceste noțiuni s-au concretizat în anumite probleme, pe care elevii trebuie să le rezolve, în mod practic, manipulând cu diverse materiale: bile, jetoane, monede, fișe, balonașe etc.

O serie de astfel de probleme o putem găsi în lucrările scrise de către distinsul profesor universitar, Andrei Hariton, lucrări de o valoare incontestabilă :

Este foarte important ca elevul de astăzi, viitorul adult – persoană care va activa în cele mai variate domenii ale activității umane, să poată aprecia corect și interpreta în mod adecvat unele evenimente din natură și viața cotidiană, să poată calcula șansa (probabilitatea) ca acest eveniment să se realizeze – să se producă, să le poată stoca, ordona și clasifica în conformitate cu o anumită scală a șanselor de realizare de la imposibil la sigur sau pe o scală a șanselor de preferință de la foarte neplăcut la foarte plăcut.

Pentru a dezvolta aceste abilități și în final competențe matematice, cerințele actuale stringente ale vieții la etapa actuală cer ca elevii să fie familiarizați cu noțiuni de probabilistică încă din fragedă copilărie. Aceste noțiuni s-au concretizat în anumite probleme, pe care elevii trebuie să le rezolve, în mod practic, manipulând cu diverse materiale: bile, jetoane, monede, fișe, balonașe etc.

Următoarele tipuri de sarcini pot fi efectuate cu elevii din clasa a V-a:

Problemă 1

Într-o pungă Ana are bile roșii, albastre și galbene (nu are importanță câte). Ea a luat două bile fără să se uite. Ce culoare pot avea acestea? Câte variante sunt posibile?

Rezolvare:

Elevii pot fi împărțiți în grupuri, fiecare având la dispoziție o pungă cu bile colorate. Li se cere să extragă de mai multe ori câte două bile la întâmplare, întocmai cum a procedat Ana. Elevii vor constata că există mai multe variante posibile. Variantele pe care le obține fiecare elev aparte, adică descoperite de ei, pot fi consemnate într-un tabel bine definit. Alte tipuri de activități de învățare ce pot fi utilizate sunt sarcinile de tip joc de a găsi anumite numere ce se scriu cu ajutorul unor cifre date.

Problemă 2

Când este posibil să aibă loc evenimentele: a) afară plouă: în februarie; în august; b) ora de pictură o practic: marți; duminică; c) Ionel va deveni căpitan la marină: la 3 ani; la 30 de ani.

Sugestie metodică. Se va analiza fiecare caz prezentat și se va descoperi care variante sunt la sigur posibile, care sunt probabil posibile și care – imposibile, motivând de fiecare dată alegerea făcută.

Problema 3

Ionel avea 7 baloane verzi și 5 roșii. 6 din ele sau spart. Baloane de ce culori i-au rămas?

Răspuns:

	Verzi (7)	Roșii (5)
S-au spart	6	0
Au rămas întregi	1	5
S-au spart	5	1
Au rămas întregi	2	4

S-au spart	4	2
Au rămas întregi	3	3
S-au spart	3	3
Au rămas întregi	4	2
S-au spart	2	4
Au rămas întregi	5	1
S-au spart	1	5
Au rămas întregi	6	0

Problema 4

Într-o pungă netransparentă sunt 4 batiste albe și 4 batiste roșii. a) Câte batiste trebuie să iei, ca să fii sigur că ai luat o batistă roșie? b) Dar dacă ai vrea să ai o batistă roșie și una albă?

Răspuns:

a) 5 batiste; b) tot 5 batiste.

Problema 5

Maria încearcă să mănânce pe întuneric (pe ascuns) o bomboană dintr-o pungă în care se află 4 bomboane cu esență de portocală, 7 cu esență de lămâie și 5 cu mentol. Câte bomboane ar trebui să mănânce ca să se găsească la sigur și o bomboană cu mentol?

Răspuns: 12 bomboane. 604. 3 bile.

Problema 6

Într-o pungă sunt 2 bile albe și 2 bile roșii. Dacă prin pungă nu se văd bilele, câte bile trebuie să extragi, ca să fii sigur că ai luat o bilă roșie? Dar dacă ai vrea să ai o bilă roșie și una albă?

Răspuns: 3 bile.

Problema 7

Discutăm evenimentul că Ionel aruncă zarul. Apreciază șansele de realizare a următoarelor evenimente pe fața de sus să cadă: a) 0 puncte; b) un număr de puncte mai mare ca 4; c) un număr de puncte mai mic decât 3; d) un număr de puncte mai mic decât 0; e) un număr de puncte mai mic sau egal cu 4; f) un număr de puncte mai mic sau egal cu 6; g) un număr de puncte mai mare sau egal cu 8; j) un număr de puncte mai mare decât 9; h) un număr de puncte mai mare sau egal cu 10.

Răspuns: Se pot realiza ca evenimente sigure evenimentele: f); evenimentele b), c), e) pot fi clasificate ca evenimente probabile; evenimentele a), d), h) pot fi clasificate ca evenimente imposibile.

Problema 8

Într-o cutie sunt 5 bile: 2 albe, 1 roșie, 1 albastră și 1 verde. Se iau la întâmplare 3 bile. Câte posibilități avem? Scrieți în fiecare caz numărul bilelor rămase și culorile lor. Executați câte un desen la fiecare situație.

Răspuns: 7 variante. 607. 5 mănuși. 608. a) 1:2, 2:1; b) 2:3, 3:2, 4:1, 1:4; c) 2:4, 4:2, 3:3, 5:1, 1:5; d) 6:6.

Problema 9

Într-o ladă sunt 2 perechi de mănuși albe și 2 perechi de mănuși negre. Câte mănuși trebuie să se ia la întâmplare pentru a fi sigur că s-a luat o pereche de mănuși de aceeași culoare și pe mâini diferite? Justificați.

Răspuns: 5 mănuși

Problema 10

Ana aruncă 2 zaruri. Care este posibilitatea pentru a realiza dintr-o singură aruncare un număr de puncte egal cu: a) 3; b) 5; c) 6; d) 12.

Răspuns: a) 1:2, 2:1; b) 2:3, 3:2, 4:1, 1:4; c) 2:4, 4:2, 3:3, 5:1, 1:5; d) 6:6.

Teoria probabilităților nu doar că ne ajută să facem predicții mai precise, dar și să gestionăm incertitudinea în mod eficient. Aceasta dezvoltă gândirea critică, stimulează curiozitatea și promovează o abordare rațională față de problemele cu care ne confruntăm. Într-o lume din ce în ce mai complexă, abilitățile legate de analiza probabilităților devin din ce în ce mai valoroase.

Bibliografie

1. HARITON, Andrei, *Didactica matematicii, Selecție de articole*. Universitatea de Stat din Tiraspol, 2012.
2. HARITON, Andrei, *Elemente de logică matematică*. Ministerul Învățământului, Filiala din Tiraspol a Institutului Național al Instruirii Continue, 1994.

UTILIZAREA FORMULELOR MATEMATICE DIN FILME CA METODĂ DE ÎNVĂȚARE ACTIVĂ

Vadim REPEȘCO, doctor, conferențiar universitar

<https://orcid.org/0000-0001-8746-7559>

UPSC

Rezumat. Acest articol explorează utilizarea exemplurilor din filme și seriale pentru a stimula învățarea activă în predarea matematicii. Prezentarea formulelor matematice din cultura populară captează atenția studenților, încurajând gândirea critică și investigarea erorilor. Această metodă inovatoare facilitează o comprehensiune mai profundă a conceptelor, dezvoltând abilități analitice și implicând activ studenții în procesul de învățare.

Cuvinte-cheie: învățare activă, matematica în media, gândire critică, implicarea studenților.

Abstract. This article explores the use of examples from films and TV shows to stimulate active learning in teaching mathematics. Presenting mathematical formulas from popular culture captures students' attention, encouraging critical thinking and investigation of errors. This innovative method facilitates a deeper understanding of concepts, developing analytical skills and actively engaging students in the learning process.

Keywords: active learning, mathematics in media, critical thinking, student engagement.

Introducere

Învățarea activă reprezintă un proces educațional în care studenții sunt implicați direct și intensiv în procesul de achiziție a cunoștințelor, prin interacțiuni constante cu materialele didactice, discuții și activități practice. De fapt, conceptul de „învățare activă” [1] este strâns legat de „învățarea bazată pe investigare”, ambele metode având la bază aceeași esență: implicarea activă a studenților în descoperirea și explorarea subiectelor de studiu. Aceste metode stimulează participarea continuă a formabililor, încurajându-i să adreseze întrebări, să reflecteze critic și să colaboreze, ceea ce duce la o învățare mai profundă, mai semnificativă și mai eficientă.

Formulele matematice din filme pot fi un suport excelent pentru învățarea activă. Acestea pot transforma învățarea abstractă într-o experiență captivantă și practică, oferindu-le studenților contexte reale și vizualizări captivante pentru concepte teoretice. Conform cercetărilor lui Freeman et al. [2], implicarea studenților în activități interactive în domeniul științelor și matematicii îmbunătățește semnificativ performanțele acestora. Filmele pot oferi un context vizual și narativ pentru formule matematice complexe, facilitând învățarea prin aplicarea teoriei în scenarii din lumea reală sau fictivă.

În aceeași ordine de idei, cercetătorul Prince [3] a evidențiat faptul că învățarea activă, în special când este combinată cu metode de predare interactive poate ajuta studenții să înțeleagă mai bine conceptele teoretice prin colaborare și reflecție.

Această abordare metodologică susține un proces educațional bazat pe învățarea semnificativă, definită de Mayer [5] ca fiind procesul prin care studenții conectează noile cunoștințe cu ceea ce au învățat anterior, creând astfel legături profunde și durabile. Filmele devin, astfel, un suport excelent pentru învățarea prin investigare, așa cum o sugerează și Hake [4], care a subliniat importanța experimentelor și implicării active în dobândirea unor concepte de bază în științele exacte.

Metode și materiale aplicate

Bonwell și Eison [1] au definit conceptul de „învățare activă” în 1991 ca fiind o abordare pedagogică în care studenții sunt implicați activ în procesul de învățare, nu doar prin ascultare pasivă. Ei au subliniat că învățarea activă necesită ca elevii să realizeze mai mult decât să asculte; aceștia trebuie să se angajeze în activități precum discutarea, scrierea, citirea și rezolvarea de probleme care să le dezvolte gândirea critică, gândirea independentă, gândirea creativă și abilitățile de analiză. Astfel, învățarea activă implică participarea activă și reflecția asupra conținutului, ceea ce duce la o înțelegere mai profundă și aplicabilitate mai bună a conceptelor studiate. În calitate de cadru didactic, putem prezenta în timpul orelor imagini din filme cunoscute ce conțin formule sau teorii din domeniul matematicii, studenții pot examina formulele sau teoriile date, discutând despre corectitudinea și aplicabilitatea lor în lumea reală, stimulând astfel gândirea critică și creativă. De asemenea, pot fi generate discuții pentru a identifica eventualele erori matematice produse în filme, oferind oportunități de învățare prin corectare și explorare aprofundată a conceptelor corecte. Elevii pot lucra în echipe pentru a crea propriile scenarii fictive care să implice formule matematice, punând în aplicare conceptele învățate.

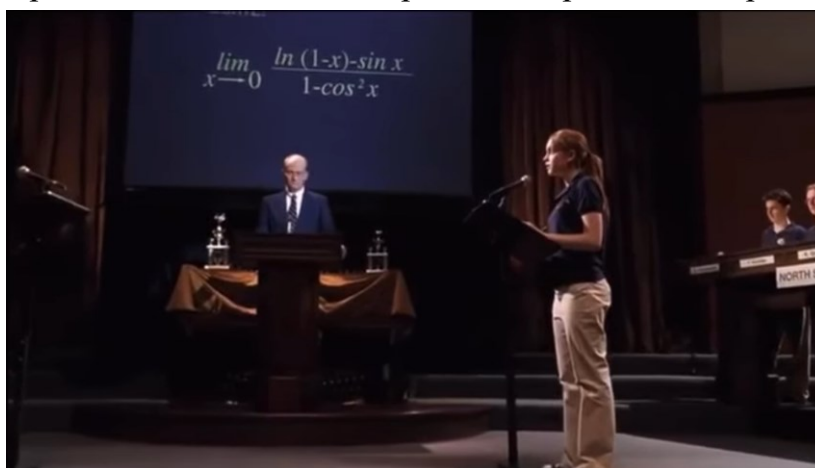


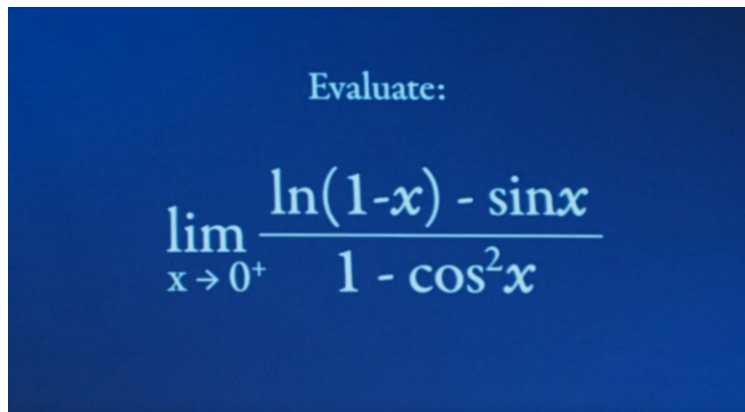
Figura 1. Instantaneu din filmul Mean Girls (2004)

Rezultate obținute

La cursurile de Analiză Matematică, Serii Numerice și Funcționale, Analiza Funcțională și Ecuații Diferențiale, am integrat deseori imagini din filme și seriale, ceea ce

a avut un impact semnificativ asupra implicării studenților în activitatea de învățare. Prezentarea formulelor matematice din producții cinematografice a provocat un interes crescut în rândul studenților, generând discuții constructive și implicare activă din partea acestora. Un exemplu notabil este utilizarea filmului **Mean Girls** (2004) (vezi: <https://www.imdb.com/title/tt0377092/>), din care am prezentat o captură de ecran, ilustrată în Fig. 1.

În această secvență, Cady Heron, interpretată de Lindsay Lohan, este întrebată despre valoarea unei limite matematice, răspunsul ei influențând rezultatul unei competiții importante. Cady răspunde că „limita nu există”, ceea ce ne permite să generăm diferite discuții dacă acest răspuns este sau nu corect din punct de vedere matematic.



Evaluate:

$$\lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{\ln(1-x) - \sin x}{1 - \cos^2 x}$$

Figura 2. Instantaneu din filmul Mean Girls (2004)

Pentru a spori interesul și complexitatea discuției, putem adăuga faptul că, în 2024, a fost lansat un musical cu aceeași denumire, **Mean Girls** (vezi: <https://www.imdb.com/title/tt11762114/>), în care Cady Heron, interpretată de această dată de Angourie Rice, primește aceeași întrebare legată de limită (vezi Fig. 2). Și de această dată, răspunsul oferit este că „limita nu există”. Studenții sunt încurajați să investigheze și să analizeze critic și independent, dacă răspunsurile din cele două filme sunt corecte. Această activitate stimulează gândirea critică, deoarece studenții vor descoperi că răspunsul oferit de Lindsay Lohan este corect, în timp ce Angourie Rice face o eroare în interpretare. Astfel, se dezvoltă abilitățile lor de analiză și de corectare a erorilor prin cercetare activă.

La cursul de Serii Numerice și Funcționale, folosesc exemplul prezentat în Fig. 3, care este extras din episodul „Sky Police” al serialului **The Simpsons** (vezi: <https://www.imdb.com/title/tt0096697/>). În această secvență, pe tablă este prezentată o demonstrație aparent eronată, conform căreia suma seriei de semn alternant $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n}$ este egală cu zero, ceea ce contravine rezultatelor matematice corecte. Studenții sunt încurajați să identifice și să corecteze eroarea din demonstrație, provocând astfel dezvoltarea gândirii critice și implicarea activă în rezolvarea problemelor.

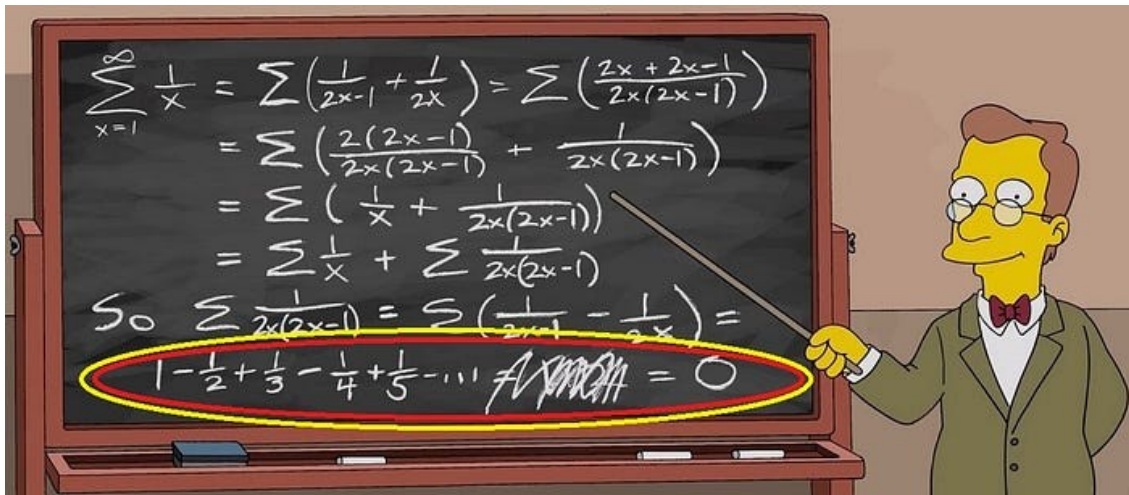


Figura 3. Instantaneu din serialul The Simpsons

Acest serial este bine cunoscut pentru incluziunea frecventă a conceptelor din domeniul matematicii și fizicii. Un exemplu popular este din episodul „The Wizard of Evergreen Terrace”, în care personajul principal, Homer Simpson, pare să ofere o soluție pentru Marea Teoremă a lui Fermat (Fig. 4). În mod fictiv, Homer propune un contra-exemplu pentru ecuația diofantină $x^n + y^n = z^n$, susținând că aceasta are soluție pentru $n = 12$, ceea ce este matematic imposibil conform teoremei lui Fermat, demonstrată pentru orice $n > 2$. Aceste exemple sunt utile pentru a provoca studenții să investigheze și să înțeleagă de ce soluțiile prezentate în media sunt incorecte, consolidând astfel capacitatea lor de analiză și aplicare a teoriei matematice.

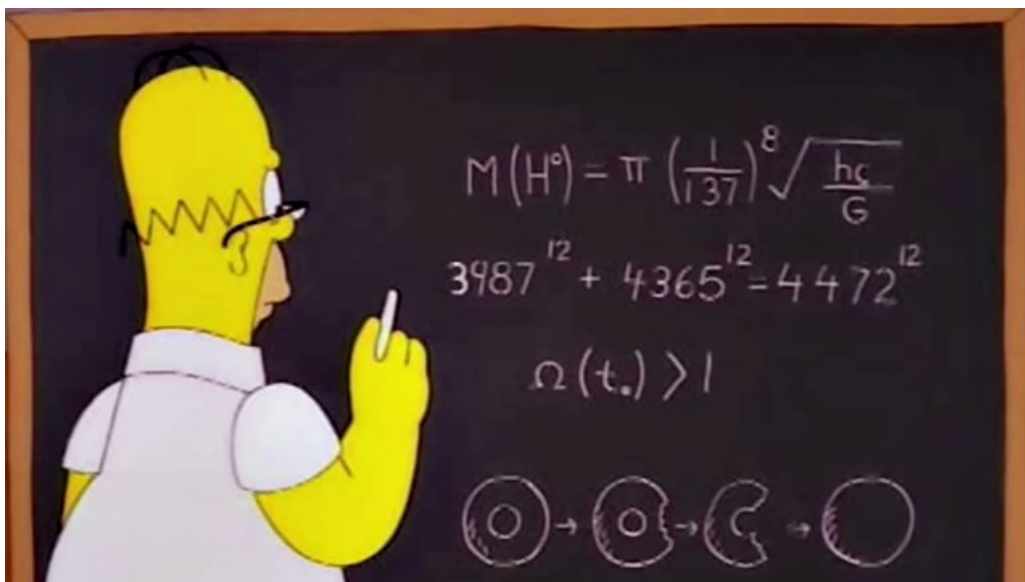


Figura 4. Instantaneu din serialul The Simpsons

Concluzii

Informațiile prezentate în articol subliniază valoarea pedagogică a integrării exemplilor din filme și seriale în predarea matematicii, în mod special în contextul învățării active. Utilizarea formulilor și conceptelor matematice prezentate în media nu doar

captează atenția studenților, ci oferă și un cadru concret și accesibil pentru explorarea critică și corectarea erorilor. Această metodă facilitează o învățare mai profundă și semnificativă, stimulând atât gândirea analitică, critică și creativă, cât și implicarea activă în procesul de învățare. Prin investigarea unor greșeli matematice din cultura populară, studenții își dezvoltă abilități esențiale de analiză și rezolvare de probleme, transferând cunoștințele teoretice într-un context atractiv și relevant. Această abordare reprezintă un instrument eficient pentru a îmbina predarea tradițională cu metode inovatoare, aducând un plus de motivație și creativitate în procesul educațional.

Bibliografie

1. BONWELL, Charles; EISON, James. *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom*. 1991 ASHE-ERIC Higher Education Reports, ERIC Publications, 121p., 1991, ISBN: 1-878380-08-7, ISSN: 0884-0040, Disponibil: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED336049.pdf>
2. FREEMAN, Scott; EDDY, Sarah; MCDONOUGH, Miles; SMITH, Michelle; OKOROAFOR, Nnadozie; JORDT, Hannah and WENDEROTH Mary. Active Learning Increases Student Performance in Science, Engineering, and Mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 2014, pp. 8410-8415, <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>, Disponibil: <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.1319030111>
3. PRINCE, Michael. Does Active Learning Work? A Review of the Research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 2004, pp. 223-231. Disponibil: https://engr.ncsu.edu/wp-content/uploads/drive/1smSpn4AiHSh8z7a0MHDBwhb_JhcoLQmI/2004-Prince_AL.pdf
4. HAKE, Richard. Interactive-Engagement vs. Traditional Methods: A Six-Thousand-Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 1998, pp. 64-74.
5. MAYER, Richard. Rote versus Meaningful Learning. *Theory Into Practice*, 41(4), 2002, pp. 226-232. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4104_4 Disponibil: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/s15430421tip4104_4

STRATEGII DE DEZVOLTARE A REPREZENTĂRILOR SPAȚIALE PRIN EXPLORAREA CONTEXTELOR SEMNIFICATIVE

Larisa SALI, dr., conf. univ.

<https://orcid.org/0000-0003-1172-3055>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”, Republica Moldova

Marcel TELEUCA, dr., conf. univ.

<https://orcid.org/0000-0003-1730-5284>

Universitatea de Stat din Moldova, IMI „V. Andrunachievici”

Rezumat. În articol sunt examinate unele aspecte ale dezvoltării reprezentărilor spațiale în procesul de studiere a matematicii. Sunt descrise unele sugestii pentru îmbogățirea curriculară cu referire la subiectul abordat, axate pe contexte cu caracter interdisciplinar.

Cuvinte cheie: îmbogățire curriculară, reprezentări spațiale, transformări geometrice, cuaternion.

Summary. The article examines some aspects of the development of spatial representations in the process of studying mathematics. Some suggestions for curricular enrichment with reference to the subject addressed, focused on interdisciplinary contexts, are described.

Key words: curriculum enrichment, spatial representations, geometric transformations, quaternion.

Psihologia, filosofia și neuroștiințele au dat două răspunsuri clasice la întrebarea despre cum reprezentăm noi realitatea: ca spațiu de viață în care acționăm și percepem, dependent de corpurile noastre; ca un spațiu fizic durabil cu caracteristica sa, independent de interacțiunile noastre corporale. Primul s-ar baza pe cadre de referință egocentrice ancorate de corp, în timp ce al doilea pe cadre de referință alocentrice centrate pe mediul însuși sau pe obiecte. Cercetătorii identifică dovezi empirice ale efectului interferenței diferitor factori asupra capacității de reprezentare spațială egocentrică și alocentrică. Reprezentările egocentrice sunt adânc înrădăcinate în corp, cu proprietățile sale senzoriale și motorii și sunt strâns legate de acționarea acum în spațiul la scară mică sau peripersonal. Reprezentările alocentrice sunt influențate mai mult de caracteristicile de mediu decât de cele corporale, de proprietățile vizuale decât de cele motorii și par în special legate de spațiul la scară largă sau extrapersonal. În conformitate cu dovezile neurofiziologice și cu o perspectivă kantiană, se pare că suntem înzestrați cu un sistem intern de reprezentare spațială gata să structureze informațiile de mediu pentru scopurile noastre [3].

Reprezentările spațiale sunt corelate cu conceptul *orientare*, care este asociat cu determinarea poziției unui obiect în raport cu punctele cardinale, mai larg - într-un anumit sistem de coordonate. Problema controlului orientării apare atât pentru obiectele reale (nave spațiale, avioane, nave, dispozitive fără pilot), cât și pentru cele virtuale (de

exemplu, în jocurile pe calculator). În toate cazurile, o schimbare de orientare este rezultatul mișcării corpului în spațiu.

Din perspectiva matematică, teorema de rotație a lui Euler arată că în spațiul tridimensional orice orientare poate fi descrisă cu o singură rotație în jurul unei axe fixe. Aceasta oferă o modalitate comună de reprezentare a orientării folosind un sistem axă-unghi. Alte metode utilizate pe scară largă includ cuaternioni de rotație, rotoare, unghiuri Euler sau matrice de rotație. Unghiurile Euler prezintă rotația unui corp ca rezultat a trei rotații succesive în jurul axelor de coordonate asociate corpului. Un vector unitar poate fi, de asemenea, utilizat pentru a reprezenta direcția vectorială normală a unui obiect sau direcția relativă dintre două puncte. Astfel, problema controlului orientării se încadrează în lista de probleme rezolvabile parțial prin modelarea matematică.

În aspect educațional, formarea și dezvoltarea reprezentărilor spațiale începe în preșcolaritate și vizează formarea deprinderilor de a se orienta în spațiu, pornind de la schema corporală; identificarea poziției în spațiu a unor obiecte, utilizând terminologia aferentă; localizarea obiectelor în spațiu în raport cu sine și în raport cu alte obiecte; orientarea și executarea unor mișcări în spațiu și pe suprafață plană [1].

Învățarea geometriei în cursul preuniversitar de matematică are drept obiective: recunoașterea, descrierea și reprezentarea pozițiilor relative ale figurilor în plan și în spațiul tridimensional; recunoașterea în situații reale și/sau modelate a unor transformări geometrice; interpretarea și aplicarea transformărilor geometrice pentru caracterizarea locală sau globală a unor situații, relații, fenomene; argumentarea alegerii strategiei de aplicare a transformării geometrice selectate pentru a rezolva o problemă etc. [2].

Contexte semnificative pentru elevii din diverse categorii de vârstă vor servi la provocarea interesului și dezvoltarea motivației pentru studierea aplicațiilor matematicii în domenii conexe. Expunem în continuare câteva subiecte în baza cărora pot fi proiectate strategii de îmbogățire a conținuturilor curriculare la matematică.

1. Utilizarea unghiurilor Euler este populară datorită clarității și ușurinței de control a acestor parametri. Au fost dezvoltate diverse implementări ale acestei idei în aplicații și mecanică teoretică. Faptul că există doar trei unghiuri Euler este convenabil, dar acesta este și un dezavantaj: se poate dovedi că pentru o reprezentare matematică „corectă” a rotațiilor în spațiul tridimensional, trei parametri nu sunt suficienți. Consecința acestor inconsecvențe matematice sunt probleme practice care apar la utilizarea unghiurilor Euler. Pot apărea dificultăți serioase în problema standard de control a orientării. Într-un sistem de coordonate fix (care este asigurat, de exemplu, de un giroscop la bordul avionului sau a navei maritime), sunt specificate pozițiile inițiale și finale ale obiectului, iar unghiurile Euler trebuie comparate cu schimbările de orientare. O astfel de corespondență trebuie să fie clară și stabilă. Subiectul acesta poate provoca explorarea situațiilor privind: mișcarea la care un punct al corpului (rigid) rămâne fixat; mișcarea corpului (rigid) la care rămâne fixat un punct ce nu aparține acestui corp; identificarea

tipurilor de transformări geometrice simple în care se descompune o transformare complexă ș.a.

2. Teoria numerelor complexe elaborată de matematicianul irlandez William Hamilton a permis transformarea în numere a punctelor planului bidimensional. Următorul pas a fost o încercare naturală de a „transforma în numere” punctele spațiului tridimensional, astfel încât aceste „numere” să joace același rol în geometria tridimensională ca și numerele complexe din plan. S-a dovedit că în spațiul tridimensional acest lucru este imposibil în principiu. Explorarea problemei tridimensionale l-a condus pe Hamilton la examinarea spațiului cu patru dimensiuni și la crearea teoriei cuaternionilor. Definierea produsului cuaternionilor și identificarea proprietăților acestuia reflectă analogia cu mișcările în spațiul tridimensional. Dar pentru a utiliza această similitudine, pentru a compara cuaternionii cu mișcările, se cere „ieșirea” într-un spațiu cu patru dimensiuni. Dacă un punct obișnuit este scris ca un cuaternion imaginar, atunci translația paralelă a punctului este descrisă de adăugarea unui cuaternion imaginar fix, iar rotația este asociată cu înmulțirea cu un cuaternion, ale cărui coordonate conțin informații despre axa și unghiul de rotație. În ambele cazuri, se transformă într-un cuaternion pur imaginar, ale cărui ultime trei coordonate sunt coordonatele punctului în care mișcarea dată transferă punctul dat. Unul dintre avantajele importante ale cuaternionilor față de unghiurile Euler este că în acest limbaj este ușor de găsit și descris traiectoria optimă pentru schimbarea orientării unui corp în spațiu.

3. Aparatul vestibular al organismului uman este responsabil pentru orientarea în spațiu. Acest aparat are drept „antene” trei canale semicirculare (arce de cerc), situate în plane reciproc perpendicular și poziționate în fiecare ureche. Metodele numerice aplicate în 3D permit studierea comportamentului biomecanic al canalelor semicirculare ale urechii interne umane [4].

Bibliografie

1. Min. Educației, Culturii și Cercet. al Rep. Moldova. *Curriculum pentru educație timpurie*. echipa de elab.: Maria Vrânceanu [et al.]; coord. gen.: Angela Cutasevici, Valentin Crudu; experți-coord. naț.: Vladimir Guțu; contribuții: Valentina Bodrug-Lungu. Chișinău: Lyceum, 2019 (F.E.-P. "Tipografia Centrală"). 128 p.
2. Standarde de eficiență a învățării. Chișinău: Lyceum, 2012. 232 p.
3. EILAN, Naomi; MCCARTHY, Rosaleen; BREWER, Bill. Spatial Representation. Problems in philosophy and psychology. În: *Revue Philosophique de la France Et de l'Etranger*, 2001. 191 (1), pp. 119-120.
4. SANTOS, Carla F. et al. An alternative 3D numerical method to study the biomechanical behaviour of the human inner ear semicircular canal. În: *Acta of bioengineering and biomechanics*, 2017. 19 1 (2017), pp. 3-15.

ACTIVITĂȚI STEAM PENTRU DEZVOLTAREA COMPETENȚELOR DIGITALE ȘI MATEMATICE LA ELEVI

Angela SEMENDEAEV, profesoară de matematică

<https://orcid.org/0009-0000-1306-0123>

Instituția Publică Liceul Teoretic „Petru Rareș”, mun. Soroca

Rezumat. Activitățile educaționale din cadrul programelor STEAM au devenit esențiale pentru formarea elevilor în secolul XXI. Articolul abordează importanța activităților STEAM (Știință, Tehnologie, Inginerie, Arte și Matematică) în educația contemporană, subliniind rolul acestora în dezvoltarea competențelor digitale și matematice ale elevilor. Sunt prezentate proiectele desfășurate, precum „Apa în viața de zi cu zi”, „Funcții în cotidian” și „Zmeii care leagă prietenii”, evidențiind abordarea transdisciplinară care integrează matematica, informatica, științele reale și limba. Aceste activități promovează o învățare activă și creativă, stimulând interesul și implicarea elevilor în procesul educativ.

Cuvinte cheie: educație STEAM, competențe digitale, competențe matematice, proiecte educaționale.

Abstract. Educational activities within STEAM programs have become essential for the formation of students in the 21st century. The article addresses the importance of STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) activities in contemporary education, highlighting their role in developing students' digital and mathematical skills. Projects carried out, such as "Water in everyday life", "Functions in everyday life" and "Kites that bind friends", are presented, highlighting the transdisciplinary approach that integrates mathematics, computer science, real sciences and language. These activities promote active and creative learning, stimulating students' interest and involvement in the educational process.

Keywords: STEAM education, digital skills, math skills, educational projects.

Introducere

În educația contemporană, abordarea STEAM (Știință, Tehnologie, Inginerie, Arte și Matematică) a devenit un element central pentru dezvoltarea unor competențe diverse și esențiale la elevi. Spre deosebire de metodele tradiționale, STEAM promovează învățarea interdisciplinară, încurajând elevii să conecteze cunoștințele din diferite domenii și să le aplice în contexte reale. Această metodă integrează aspecte practice și creative, stimulând astfel atât gândirea critică, cât și abilitățile tehnice necesare în economia globalizată a secolului XXI.

Conceptul STEAM își are rădăcinile în inițiativele STEM, care vizau inițial integrarea științei, tehnologiei, ingineriei și matematicii în procesul educațional. Cu toate acestea, prin includerea artelor, STEAM extinde perspectivele tradiționale, accentuând creativitatea și inovarea în educație. Acest mod de abordare oferă elevilor oportunități de a experimenta învățarea prin explorare, colaborare și rezolvarea de probleme, facilitând astfel o înțelegere mai profundă și mai aplicabilă a conceptelor teoretice.

Relevanța STEAM în școli este mai mare ca oricând, în contextul în care tehnologia și digitalizarea devin inevitabile în viața de zi cu zi. Elevii sunt expuși unor noi provocări și oportunități, care cer abilități multiple și flexibile, precum gândirea critică, adaptabilitatea și capacitatea de a rezolva probleme complexe. Integrarea STEAM în curriculumul școlar le permite să își dezvolte aceste competențe într-un mod activ și inovativ. Mai mult, prin proiectele STEAM, elevii au ocazia de a colabora și de a comunica eficient, explorând și alte perspective decât cele ale disciplinelor tradiționale, cum ar fi aspectele estetice și sociale ale problemelor [1-4].

Pentru a demonstra aplicabilitatea teoriei STEAM în educația matematică și informatică, următoarele proiecte educaționale exemplifică modul în care elevii pot dezvolta competențe digitale și matematice prin activități interdisciplinare.

Proiectul educațional transnațional MD-RO „Apa în viața de zi cu zi” (29.11.2022-31.05.2023) a fost realizat conform Curriculumului pentru clasa a VII-a. Acest proiect a avut ca scop explorarea rolului apei în viața cotidiană, analizând diverse probleme legate de apă și propunând soluții practice. Pentru a asigura o implementare eficientă a proiectului STEM/STEAM, am elaborat Harta tehnologică a proiectului.

Grup țintă: 32 elevi ai clasei a VII-a „B” (4 echipe a câte 8 elevi), cadre didactice, părinți.

Obiective:

1. examinarea calității apei în localitatea de baștină;
2. evidențierea problemelor din localitatea de baștină referitoare la apă;
3. elaborarea unor modele de filtre pentru apă;
4. elaborarea unor recomandări privind soluționarea problemelor referitoare la apa din localitatea de baștină.



Domenii: Fizică, Geografie, Chimie, Biologie, Matematică, Informatică, Medicină, Inginerie, L. română.

Colaboratori: profesorii de matematică, fizică, chimie, biologie, informatică, limba și literatura română.

Consultanți invitați: ingineri, medici, părinți.

Produse finale:

1. componența chimică a apei;
2. reprezentări grafice;
3. recomandări pentru majorarea calității apei;
4. modele de filtre pentru apă;
5. propuneri pentru sisteme de aprovizionare cu apă și sisteme de canalizare;
6. propuneri pentru folosirea rațională a apei;
7. evidențierea importanței apei pentru sănătatea personală.

Tehnologii: utilizarea camerei video, calculatorul, Internetul ș.a.

Coordonatorii proiectului:

COORDONATORII PROIECTULUI			
 Instituția Publică Liceul Teoretic „Petru Rareș” cu sediul în Republica Moldova, or. Soroca Profesor coordonator: <i>prof. Semendea Angela</i> Profesori parteneri: Ciuvaga Victor, Ciubuc Lilia, Dorogan Elena, Ignatov Raisa, Popușoi Alesea. Grup șintă: elevii clasei a VII-a “B”.	 L.T. „Miguel de Cervantes Saavedra” cu sediul în Republica Moldova, mun. Chișinău Profesor coordonator: <i>prof. Vacariuc Valentina</i> Profesori parteneri: Sacara Andrei, Grosu Viorica, Jenerenco Natalia, Ungureanu Ludmila, Plop Lilia. Grup șintă: elevii clasei a VII-a – VIII-a	 Școala Gimnazială Nr.1 cu sediul în România, jud. Botoșani, com. Concești. Profesor coordonator: <i>prof. Tului Lacramioara</i> Profesori parteneri: Enache Gabriela-Mihaela, Alupoae Simona-Mihaela, Pintelei Carmen –Garofița. Grup șintă: elevii clasei a VII-a – VIII-a	 Școala Gimnazială “Alexandru Depărățeanu” Roșiori de Vede, jud. Teleorman Profesor coordonator: <i>prof. Rotaru Carmen</i> Profesori parteneri: Popescu Cristian, Geaca Doina, Diniță Iomca. Grup șintă: elevii clasei a VII-a

Link-ul proiectului:

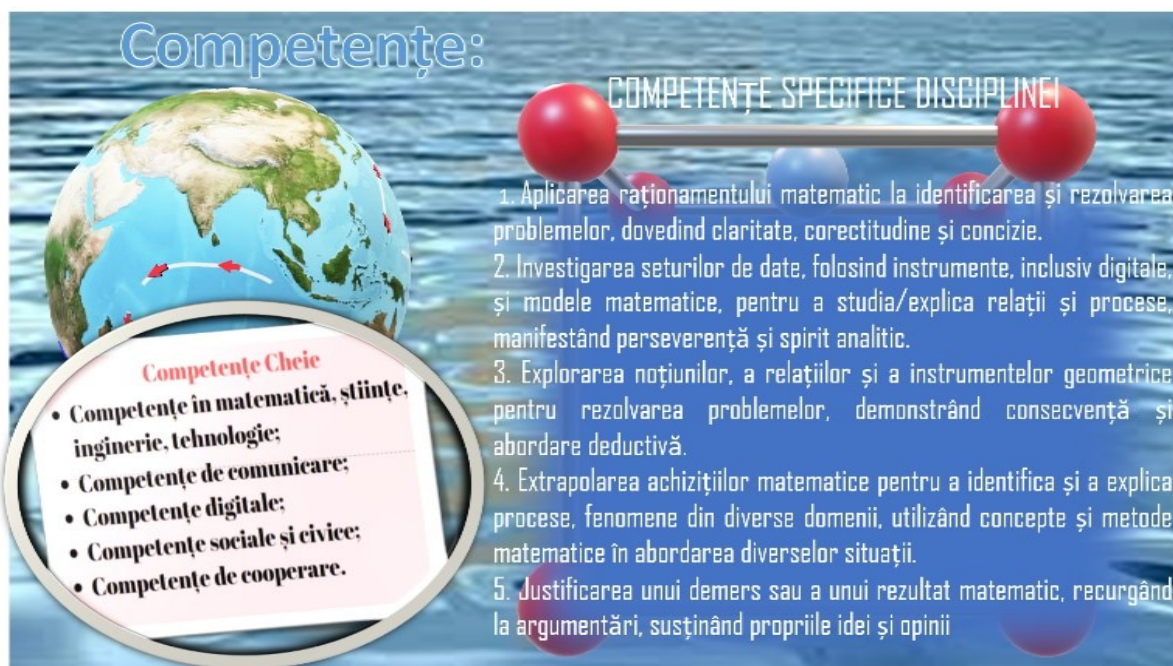
https://drive.google.com/file/d/1Y7xnBu5U1z_4ZCtYBGU49MsI2i3kH2Pa/view

Proiectul transfrontalier „*Apa în viața de zi cu zi*” a demonstrat cu succes importanța integrării educației STEM/STEAM în învățământul gimnazial, oferindu-le elevilor oportunitatea de a aborda o problemă reală din mai multe perspective științifice. Activitățile desfășurate i-au ajutat pe elevi să înțeleagă rolul esențial al apei în viața noastră, să analizeze critic problemele de mediu din comunitatea lor și să dezvolte abilități practice de rezolvare a problemelor.

Harta tehnologică a proiectului:

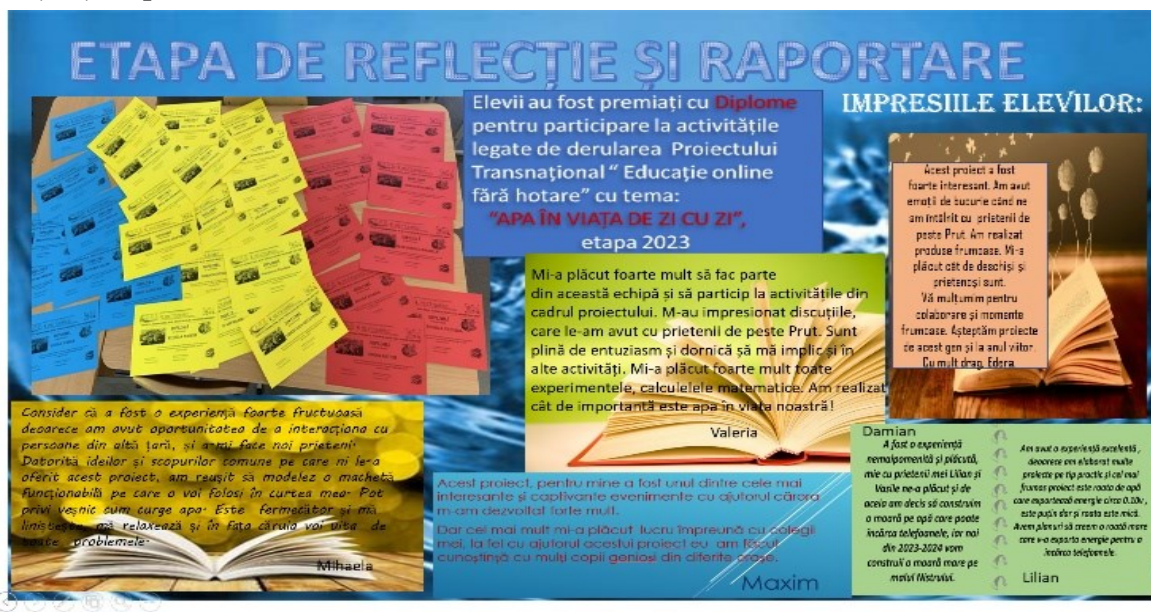


Competențe specifice disciplinei:



Prin colaborarea cu profesori din diverse domenii și implicarea consultaților externi, elevii au realizat produse finale care subliniază importanța apei pentru sănătate și mediu. Acest proiect a contribuit nu doar la dezvoltarea competențelor academice și tehnice ale elevilor, ci și la cultivarea responsabilității lor față de resursele naturale. Prin urmare, „Apa în viața de zi cu zi” reprezintă un model de bună practică în educația interdisciplinară, încurajându-i pe elevi să devină cetățeni informați și implicați activ în protejarea mediului.

Reflecție și raportare:



Proiectul educațional Iași STEAM festival 2023 „Funcții în cotidian” s-a desfășurat în perioada 15 octombrie 2023-15 februarie 2024.

Grup țintă: Elevii claselor a 7-a, a 8-a, a 9-a, cadre didactice, părinți.

Domeniul: Informatică

Domenii implicate: Fizică, Biologie, Matematică, Geografie, Chimie

Proiectul „Funcții în cotidian” a permis elevilor să exploreze și să înțeleagă cum funcțiile matematice se manifestă în viața de zi cu zi și în diverse științe. Activitățile au inclus utilizarea calculatoarelor de buzunar pentru calcule rapide, crearea de diagrame în Microsoft Word pentru reprezentări vizuale clare și analiza datelor în Excel, toate în scopul aplicării funcțiilor matematice în contexte reale și utile. În acest proiect, informatica a avut un rol central, oferind elevilor instrumente digitale care să îi ajute să realizeze corelații funcționale și să interpreteze datele într-un mod practic și eficient.

Elevii au analizat, de asemenea, date biologice și geografice, evidențiind modul în care funcțiile sunt esențiale în reprezentarea fenomenelor naturale, iar în chimie și fizică au studiat cum relațiile funcționale descriu comportamentele și proprietățile diferitelor substanțe și sisteme. Prin aceste activități, elevii și-au dezvoltat competențele digitale, matematice și științifice, iar proiectul a facilitat o abordare transdisciplinară, integrând cunoștințele teoretice cu aplicațiile lor în viața reală.

Activitățile proiectului Iași STEAM Festival:

1. **Realizarea unui poster științific:** Elevii au creat poster științific pe baza unui subiect din domeniul științelor, tehnologiei, ingineriei, artei sau matematicii (STEM/STEAM).
2. **Activități practice și experimente:** Elevii s-au implicat în realizarea de activități practice și experimente. Acestea au inclus demonstrații interactive, ateliere practice (de laborator) care au evidențiat latura practică a cunoașterii STEM.

3. *Prezentări și expoziții:* Elevii au avut ocazia de a împărtăși descoperirile și proiectele lor cu colegii, profesorii și ceilalți participanți prin prezentări și expoziții. Aceasta a oferit șansa elevilor să-și pună în valoare creativitatea și munca depusă.
4. *Competiții și premii:* Elevii au fost recompensați pentru efortul și creativitatea lor. Elevii au fost premiați cu diplome.
5. *Colaborare și schimb de idei:* Iași STEAM Festival a oferit o platformă excelentă pentru ca elevii să colaboreze, să își împărtășească ideile și să își dezvolte abilitățile de comunicare și lucrul în echipă.

Link-uri produse:

1. <https://drive.google.com/file/d/10whd186TJPj3Q6D5vzJP1DVS7dx7F8ze/view>
2. <https://drive.google.com/file/d/1I3SHqJr0kgcV4z2IWwdfDlw7Bh-FGyjr/view>
3. <https://drive.google.com/file/d/1VpoR9KlafDsyUnECsmQsMZJl1vvjmv-/-view>
4. https://drive.google.com/file/d/11B1sufqlxnM6B_NfaitPGyoHHZ8Dq7Kn/view
5. <https://mail.google.com/mail/u/0/#search/fundatia.if2000%40gmail.com/KtbxLxGnRsZktjKkccnkrNltZmLMCzsQkL?projector=1&messagePartId=0.1>

Proiectul educațional „Zmeii care leagă prietenii” s-a desfășurat în perioada 1 februarie 2024 - 30 mai 2024.

Grup țintă: 17 elevi ai clasei a 8-a “B”

Domeniul: Matematică

Domenii implicate: Fizică, Biologie, Matematică, Geografie, Chimie, Educație tehnologică, l. română/engleză.

Tema: Poligoane. Patrulatere

Echipele și activitățile specifice:

Echipa: Matematicienii

Sarcină: Prezentarea teoretică a poligoanelor și patrulaterelor.

Activități:

- Descrierea figurilor geometrice utilizate la confecționarea zmeilor (patrulatere, triunghiuri etc.).
- Rezolvarea problemelor matematice aplicate legate de zmeii prieteniei.
- Utilizarea programelor Cangurul, C++, și Scratch pentru a crea simulări matematice.

Echipa: Biologii/Chimiștii

Sarcină: Asocierea zmeilor cu păsările și animalele zburătoare.

Activități:

- Studiarea adaptărilor biologice ale păsărilor și animalelor pentru zbor.
- Cercetări privind materialele utilizate în construcția zmeilor și impactul acestora asupra mediului.

Echipa: Fizicienii/Geografii/Informaticienii

Sarcină: Aplicarea principiilor fizicii și geografiei în construcția și zborul zmeilor.

Activități:

- Explicarea forțelor aerodinamice implicate în zborul zmeilor.
- Selectarea zonelor geografice ideale pentru zborul zmeilor.
- Realizarea unor simulări informatice ale zborului zmeilor.

Echipa: Lingviștii

Sarcină: Promovarea prieteniei și a culturii prin activități literare și lingvistice.

Activități:

- Scrierea de mesaje de prietenie în limbile română și engleză, care au fost atașate de zmeii confecționați.
- Provocarea elevilor din clasa a IV-a:

Echipa Lingviștii a provocat elevii mai mici să confecționeze zmeii prieteniei, să danseze și să cânte în limba spaniolă, creând o atmosferă de colaborare și prietenie între clase.

Desfășurarea finală a proiectului:

Finalizarea proiectului a avut loc prin primirea oaspeților la Soroca, într-o întâlnire organizată cu partenerii. Invitația pentru această întâlnire a fost transmisă prin intermediul unui traseu special trimis în grupul de parteneri. Oaspeții au vizitat următoarele locații:

Lumânarea Recunoștinței, unde au lansat zmeii prieteniei, simbolizând legătura și colaborarea între elevi. De asemenea, un moment special a fost plantarea unui măr la mormântul lui Ion Druță, un simbol al recunoștinței față de opera sa și o expresie a legăturii dintre educație, cultură și natură. Au fost vizitate *Cetatea Sorocii* și *Mănăstirea Cosăuți*, pentru a explora tradiția și cultura locală.

Și în final a fost vizitată Instituția Publică Liceul Teoretic Petru Rareș, gazda proiectului, unde elevii au prezentat proiectele realizate pe parcursul desfășurării activităților.

Proiectul „*Zmeii care leagă prietenii*” a fost o experiență educațională complexă și inovatoare, care a demonstrat beneficiile colaborării interdisciplinare între elevi și profesori. Activitățile desfășurate au permis elevilor să își dezvolte competențele în mai multe domenii, precum matematica, fizica, biologia, geografia, chimia și limbile moderne, integrând teoria cu practica prin confecționarea zmeilor.

Un aspect esențial al proiectului a fost legătura creată între elevii de diferite vârste și școli, încurajând schimbul cultural și colaborarea internațională. Provocarea transmisă elevilor mai mici de către echipa lingviștilor a promovat nu doar învățarea unei limbi noi (spaniola), ci și dezvoltarea unor abilități sociale și creative prin dans și cântec.

Finalizarea proiectului a fost marcată printr-o serie de activități semnificative la Soroca, inclusiv vizite la *Lumânarea Recunoștinței*, *Cetatea Sorocii*, și *Mănăstirea Cosăuți*, care au permis oaspeților să descopere tradițiile locale.

Lansarea zmeilor prieteniei a fost un simbol al colaborării reușite și al prieteniei care depășește granițele geografice. Prin acest proiect, elevii și-au dezvoltat abilități tehnice, sociale și interculturale, demonstrând că educația poate fi un liant puternic între discipline și între oameni, întărind legăturile de prietenie și colaborare.

Astfel, proiectul „*Zmeii care leagă prietenii*” rămâne o dovadă a faptului că prin învățare și creativitate, elevii pot depăși bariere și pot contribui la construirea unui viitor bazat pe prietenie și respect reciproc.

Proiectul educațional Robot de companie „MINI PEKA 2.0” are ca temă de cercetare științifică pentru Conferința științifică raională „*Vreau să știu*” disciplina fizică și informatică, ediția 2025, realizat de Lupașcu Serafim și Lozan Oscar, elevi ai clasei a 9-a „A”, IPLT „Petru Rareș”.

În cadrul proiectului educațional intitulat „Robot de companie MINI PEKA 2.0”, scopul principal este dezvoltarea unui sistem inovator care asigură securitatea atât în prezența, cât și în absența locatarilor, pe teritoriul interior al casei. De asemenea, robotul permite o comunicare activă cu utilizatorii săi, oferind un grad ridicat de interacțiune și utilitate.

Descrierea proiectului:

Proiectul combină aspecte teoretice și practice din disciplinele fizică și informatică, implicând concepte precum automatizarea, inteligența artificială, și senzori de detecție. MINI PEKA 2.0 este conceput să recunoască mișcarea, să monitorizeze starea casei și să interacționeze cu utilizatorii prin intermediul unei aplicații mobile sau comenzi vocale. Principalele caracteristici includ: senzori de proximitate și detecție a mișcării, pentru monitorizarea activităților din jurul locuinței; interacțiunea vocală, care permite robotului să răspundă la comenzi sau să comunice informații importante; notificări în timp real transmise utilizatorilor despre starea securității casei.

Aspecte tehnologice:

În ceea ce privește partea tehnologică, implementarea acestui robot necesită:

- Microcontrolere pentru gestionarea funcțiilor robotului.
- Senzori de mișcare și camere video pentru monitorizare.
- Conexiune la internet pentru a trimite și primi informații în timp real.
- Algoritmi de recunoaștere vocală pentru a răspunde comenzilor umane.

Scop și beneficii:

Scopul MINI PEKA 2.0 este de a îmbunătăți siguranța locuințelor prin utilizarea unui robot autonom care poate funcționa ca un agent de securitate și un companion pentru utilizatorii săi. Robotul poate să detecteze activități suspecte și să comunice direct cu proprietarii pentru a le oferi informații în timp real.

Concluzii

Proiectul MINI PEKA 2.0 aduce o contribuție importantă la securitatea locuințelor, demonstrând cum tehnologia modernă poate fi utilizată pentru a proteja și asista locatarii. Prin integrarea metodelor de securitate inteligente cu interacțiunea umană, MINI PEKA 2.0 devine un exemplu de succes al utilizării cunoștințelor din fizică și informatică pentru a rezolva probleme din viața reală, contribuind astfel la siguranța și confortul casnic.

Beneficiile STEAM în educația școlară includ [3]:

- Dezvoltarea competențelor digitale și tehnice: Elevii învață să utilizeze diverse tehnologii și să aplice matematica în rezolvarea problemelor reale, pregătindu-se pentru o piață a muncii în continuă schimbare.
- Stimularea creativității și a inovării: Abordările interdisciplinare oferă elevilor spațiul necesar pentru a-și exprima ideile și pentru a dezvolta soluții creative la problemele complexe.
- Creșterea motivației și a angajamentului față de învățare: Activitățile STEAM, prin caracterul lor practic și colaborativ, fac învățarea mai atractivă, crescând astfel interesul elevilor și implicarea lor activă.
- Promovarea gândirii critice și a abilităților de rezolvare a problemelor: În loc să memorizeze informații, elevii sunt încurajați să exploreze, să întrebe și să descopere pe cont propriu răspunsurile, dezvoltând astfel o gândire analitică și strategică.
- Formarea competențelor sociale: Colaborarea cu colegii în cadrul proiectelor STEAM le oferă elevilor posibilitatea de a dezvolta abilități de comunicare și lucru în echipă, esențiale în orice domeniu profesional.

În concluzie, integrarea STEAM în școli transformă învățarea într-un proces dinamic, interactiv și relevant pentru lumea reală. Aceasta pregătește elevii pentru o societate în care competențele transdisciplinare și gândirea inovatoare sunt din ce în ce mai valorizate. Pe parcursul acestui articol, au fost explorate exemple concrete de activități STEAM desfășurate în diferite clase și domenii, evidențiind impactul pozitiv asupra dezvoltării competențelor digitale și matematice ale elevilor.

Bibliografie

1. Codul Educației al Republicii Moldova. Chișinău, 2014.
2. MECC al Republicii Moldova. *Curriculum național. Matematică. Clasele V-IX. Curriculum disciplinar. Ghid de implementare*. Chișinău, 2020.
3. ACHIRI, I. *Matematica și educația STEAM: aspecte transdisciplinare*. Aprobabil la Consiliul Național pentru Curriculum (procesul verbal nr. 22 din 5 iulie 2019)
4. ȚÎȚCHIEV, I., VASCAN, T., ȚURCANU, L. *Aspecte didactice privind formarea profesorilor școlari de informatică. Suport metodic*. Chișinău: Tipografia „Valine”, 2020, 231 p. ISBN 978- 9975-68-404-0.

REALIZĂRI ÎN DOMENIUL MATEMATICII MESOPOTAMIENE: ALGEBRA**Ionel TATARU**, director ȘG Paltin

Coordonator Centrul Metodic Paltin a profesorilor de matematică

<https://orcid.org/0000-0002-4415-7873>

Județul Vrancea, România

Rezumat. Notarea sexagesimală a numerelor întregi mesopotamiene nu a obținut răspândire largă peste hotarele statului Assiro-Babilonian, însă fracțiile sexagesimale au avut o aplicare mult mai largă. Notarea lor a fost modificată, însă sensul logic al acestor fracții a fost utilizat mai ales în astronomie până către secolul al XVII-lea, când au apărut fracțiile zecimale, care le-au înlocuit pe cele sexagesimale.

Cuvinte cheie: Numere, sistem sexagesimal, numere inverse, tăblițe de lut, metrologia.

Abstract. The sexagesimal notation of Mesopotamian integers did not achieve wide spread beyond the borders of the Assyro-Babylonian state, but sexagesimal fractions had a much wider application. Their notation was modified, but the logical meaning of these fractions was used mainly in astronomy until the 17th century, when decimal fractions appeared, which replaced sexagesimal ones.

Keywords: Numbers, sexagesimal system, inverse numbers, clay tablets, metrology.

Notarea sexagesimală a numerelor întregi mesopotamiene nu a obținut răspândire largă peste hotarele statului Assiro-Babilonian, însă fracțiile sexagesimale au avut o aplicare mult mai largă. Notarea lor a fost modificată, însă sensul logic al acestor fracții a fost utilizat mai ales în astronomie până către secolul al XVII-lea, când au apărut fracțiile zecimale, care le-au înlocuit pe cele sexagesimale.

Sistemul sexagesimal de numerație era foarte comod, deoarece baza lui este unica bază a unui sistem de numerație divizibilă cu numere de o singură cifră: 1, 2, 3, 4, 5, 6 și cu numere compuse: 10, 12, 15, 20, 30, 60, ceea ce facilitează lucrul atât cu numerele întregi, cât și cu fracțiile.

Există și alte ipoteze de apariție a sistemului de numerație sexagesimal, care au la bază motive de o altă natură – unitățile de măsură din metrologia mesopotamiană sau alte diverse motive combinate.

Sistemul de numerație sexagesimal mesopotamian facilita cu mult împărțirea care se efectua în acest sistem ca și în sistemul de numerație zecimal utilizat actualmente, folosind tăblițele de lut cu scriere cuneiformă cu numere inverse. Pentru efectuarea operațiilor asupra fracțiilor nu erau necesare reguli speciale, ci doar utilizarea în mod dibaci în calculul numeric a acestor tăblițe ale numerelor inverse.

Sistemul de numerație sexagesimal mesopotamian ulterior, după cucerirea Mesopotamiei de către armata lui Alexandru Macedon, a fost preluat de astrologii și astronomii statelor diadohilor din Asia Anterioară și apoi a fost răspândit în lume de

matematicienii greci, arabi, europeni. De la ei acest sistem a trecut spre utilizare în întreaga lume și se folosește și actualmente pentru măsurarea timpului și a măsurilor unghiurilor.

La rezolvarea problemelor mesopotamienii în cazuri doar excepționale apelau la unele indicații – de obicei ei indicau numai rezultatul, și nu explicau mersul calculelor sau logica efectuării operațiilor, cu atât mai mult procedeele logice de motivare a operațiilor respective [1, 2, 4, 5, 6]. Se practica un fel de matematică imitativă, de tipul „*Uită-te la procedeul descris și efectuează întocmai!*” De exemplu, ei scriau: „*1 10 și 26 40 sunt adunate și se obține 1 36 40*”. În simbolica actuală scrierea lor poate fi citită astfel: „ $1 \times 60^2 + 10 \times 60 + 26 \times 60 + 40 = 1 \times 60^2 + 36 \times 60 + 40$ ”.

Adunarea se executa după anumite tabele executate din timp pe tăblițe de lut în sistemul de numerație sexagesimal de la 1 până la 60.

Scăderea era executată în mod similar ca și adunarea, doar că în ordinea inversă, pe aceleași tăblițe pe care se efectua și adunarea.

Matematicienii mesopotamieni efectuau *înmulțirea* la fel cum se practică astăzi: înmulțind fiecare ordin cu fiecare ordin în parte. Pentru a efectua corect și rapid înmulțirea ei aveau la îndemână tabele de înmulțire la fel cum au astăzi elevii noștri pe caietele de matematică școlară – tabele de înmulțire de-a gata scrise. La mesopotamieni aceste tabele de înmulțire indicau produsul unui număr natural scris în capul coloanei, cu toate numerele de la 1 până la 20, apoi cu 30, 40 și 50, *până la 59*. Elevul mesopotamian trebuia să țină minte tabela înmulțirii de la 2×2 până la 59×59 , care conținea 1711 produse. Iată structura unei tabele:

Tabelul 1. Tabela înmulțirii

10	a-rá	1	10
	a-rá	2	20
	a-rá	3	30
	a-rá	4	40
	a-rá	5	50
	a-rá	6	1,0
	a-rá	7	1,10
	a-rá	8	1,20
	a-rá	9	1,30
	a-rá	10	1,40
	a-rá	11	1,50
	a-rá	12	2,0
	a-rá	13	2,10
	a-rá	14	2,20
	a-rá	15	2,30
	a-rá	16	2,40

	a-rá	17	2,50
	a-rá	18	3,0
	a-rá	19	3,10
	a-rá	20	3,20
	a-rá	30	5,0
	a-rá	40	6,40
	a-rá	50	8,20

Este clar că a memora o astfel de tabelă e practic ireal. În realitate calculatorul antic avea tot timpul la îndemână aceste tabele de-a gata confecționate pe tăblițe de lut și recurgeau la ele în caz de necesitate. Fiecare dintre aceste tabele conținea produsul unui număr dat „cap de coloană” cu toți factorii de la 1 până la 20, după cum și cu 30, 40, 50. Tabelele înmulțirii nu erau alcătuite pentru toate numerele date drept cap de coloană de la 1 până la 59, ci doar pentru numerele ce nu aveau alți divizori în afară de 2, 3, 5. Toate numerele de la 1 până la 10 erau cap de coloană.

Termenul *a-rá* corespunde particulei noastre *ori*, care în vorbirea curentă desemnează operația înmulțirii. În multe dintre tabelele păstrate acest termen se repetă pentru fiecare factor aparte. În multe tabele el este scris doar o singură dată, iar în altele lipsește cu desăvârșire. Este clar că aceste din urmă tabele se referă la stadiul cel mai înalt sau mai târziu de dezvoltare a matematicii mesopotamiene, când scribul cu desăvârșire cunoștea scopul utilizării tablei date.

Tabelul 2. Tabela înmulțirii cu 7 și cu 16,40

			7 <i>a-rà</i>	1	7	16,40	<i>a-rà</i>	1	16,40
			<i>a-rà</i>	2	14		<i>a-rà</i>	2	33,20
			<i>a-rà</i>	3	21		<i>a-rà</i>	3	50
. . .									
			<i>a-rà</i>	19	2,13		<i>a-rà</i>	19	5,16,40
			<i>a-rà</i>	20	2,20		<i>a-rà</i>	20	5,33,20
			<i>a-rà</i>	30	3,30		<i>a-rà</i>	30	8,20
			<i>a-rà</i>	40	4,40		<i>a-rà</i>	40	11,6,40
			<i>a-rà</i>	50	5,50		<i>a-rà</i>	50	13,53,20

După cum se vede, tabela înmulțirii conținea nu toți factorii de la 1 până la 59 inclusiv, ci doar de la 1 până la 20 la rând, apoi urmează 30, 40, 50. Probabil că aceasta era făcut pentru a economisi loc și a face tabelele mai practicabile; dacă se cere de a înmulți, să spunem, cu 58, atunci din tabelă se pot lua rezultatele pentru factorii 50 și 8 (*sau pentru 40 și 18*) și se aduna. O astfel de modalitate este utilizată și actualmente la alcătuirea unor tabele speciale de înmulțire. E uimitor faptul că calculatorii mesopotamieni nu au mers mai departe și nu au înlăturat din tabele rândurile pentru 11, 12, ..., 19. Aceasta arată în mod

cert că procesul de abstractizare decurge o cale genetic-istorică destul de complicată și întortocheată.

Pentru calculele aritmetice, mesopotamienii utilizau, alături de tabelele de înmulțire, tabele de valori reciproce, tabele pentru calcularea pătratelor și cuburilor numerelor, tabele pentru calcularea rădăcinilor pătrate și cubice, după cum și tabele pentru calcularea diferitor puteri la care putea fi ridicat un număr natural dat. Adeseori pot fi întâlnite tabele combinate – tabela înmulțirii împreună cu tabela mărimilor reciproce. Pentru a înțelege cum era alcătuită o asemenea tabelă, vom descrie mai întâi tabela mărimilor inverse. Din epoca Seleucizilor (*anii 311 î.Hr. – 1 d.Hr.*) s-au păstrat un număr enorm de tabele a mărimilor inverse, alcătuite, probabil, pentru necesitățile de calcul ale astronomilor. Una dintre aceste tabele are următorul început:

Tabelul 3. Tabela mărimilor inverse

1:1	=	1
1:1,0,16,53,53,20	=	59,43,10,50,52,48
1:1,0,40,53,20	=	59,19,34,13,7,30
1:1,0,45	=	59,15,33,20
1:1,1,2,6,33,45	=	58,58,56,38,24

În acest mod urmează calculele până la $1:3 = 20$, adică 1 în sistemul de numerație sexagesimal este 60 și împărțit la 3 face 20. Tabelele din timpurile mai vechi nu sunt atât de voluminoase și în ele nu sânt atestate numere inverse.

Problemele aritmetice atestate la mesopotamieni sunt extrem de diverse, atât după conținut, cât și după nivelul evoluției gândirii matematice a aceluși timp. Printre problemele de aritmetică, multe se refereau la calculul unor dobânzi pe care cămătarii le efectuau la împrumutul dat cuiva. În societatea mesopotamiană, de regulă, se plătea o dobândă de la 12 șekeli la 1 mină pe an (*adică la 60 șekeli*). Dobânda se calcula reieșind de la fiecare 60 de unități. Cum mesopotamienii indicau doar rezultatul rezolvării unei probleme, fără a explica cum se poate ajunge la un asemenea rezultat, pe o tăbliță de lut cu scriere cuneiformă de dimensiuni destul de mici de $8 \times 4 \text{ cm}^2$ se puteau înregistra până la 200 de probleme. Unele probleme erau destul de complicate. De exemplu, într-un mare număr de probleme se cerea să se determine două numere, astfel încât produsul lor $x \times y = 600$, și ele trebuie să satisfacă și încă o a doua condiție, care este dată prin expresii din ce în ce mai complicate începând cu $x + y = 50$ până la expresii de tipul

$$(3x + 2y)^2 + \frac{2}{13} \left\{ 4 \left[\frac{1}{2}(x + y) - \left(\frac{1}{2} + 1 \right)(x - y) \right]^2 + (x + y)^2 \right\} = 17100$$

Toate aceste probleme au câte o soluție unică de tipul: $x = 30$ și $y = 20$. Destul de importantă în aceste subiecte era considerată metoda de rezolvare a ecuației respective, și nu rezultatul. Pe de altă parte, datorită faptului că în limba akkadiană (*s-a statornicit în Mesopotamia prin anii 2400-1800 î.e.n.*) gfafele sumeriene se pronunțau altfel decât în limba lor originară, păstrând însă sensul acestora, adică datorită faptului că unul și același

semn grafic avea valori fonetice diferite, s-a putut trece ușor la ideea de abstractizare, adică, de exemplu, că lățimea nu poate fi doar pur și simplu o lățime oarecare într-un caz particular concret, ci poate fi orice mărime abstractă. Astfel akkadienii printre primii între mesopotamieni s-au ridicat încetul cu încetul către treapta următoare de abstractizare a noțiunii de număr, ajungând până la algebră.

Savantul G. Sarton menționează că „Pentru noi este cât se poate de limpede că vechii sumerieni au avut pentru algebră un geniu natural tot atât de mare cum au avut grecii pentru geometrie”. Aceasta denotă că mesopotamienii au avut succese considerabile în domeniul algebrei, ceea ce a permis unor specialiști din domeniul Istoriei Matematicii, apoi și cei din domeniul Istoriei Didacticii Matematicii să afirme că matematica mesopotamiană a fost leagănul fertil al algebrei. Cu alte cuvinte, începuturile algebrei trebuie considerate ca un prinos al matematicii mesopotamiene [1, 2, 3, 4, 5, 6].

În textele cuneiforme mesopotamiene sunt atestate un număr mare de probleme care se rezolvă cu ajutorul ecuațiilor sau sistemelor de ecuații de gradul I sau II, fiind scrise fără a utiliza limbajul simbolic, însă într-o terminologie specifică retorică. În aceste texte sunt indicate rezolvări de probleme, care se reduc la ecuații de gradul II cu trei termeni de tipul $ax^2 - bx = c$, sau $x^2 - px = q$. În aceste probleme pot fi atestate niște repere practice, destul de originale, ale didacticii unei algebre retorice în care se discută rezolvări de ecuații.

La rezolvarea ecuațiilor mesopotamienii utilizau procedeul algebric practic de calcul al perimetrului și ariei unui dreptunghi pe teren. În primele textele atestate în tăblițele de lut ei numesc numerele cu care se efectuează operațiile: la adunare sau scădere – *lungime* și *lățime*, iar produsul – *arie* sau *suprafață*, ceea ce astăzi numim necunoscute și le notăm cu x și y . Era un procedeu, o metodă algebrică empirică, bazată pe practica cotidiană, adică puțin geometrizată, inventată de scribii-matematicieni mesopotamieni pentru rezolvarea problemelor practice, procedeu ce se aseamănă cu metoda de rezolvare a problemelor cu ajutorul unui sistem de două ecuații cu două necunoscute, doar că în acest caz nu se operează cu numere, ci cu mărimi geometrice luate din practica cotidiană. Rezolvarea problemelor de acest tip urmau un anumit plan și toate aceste probleme erau reduse prin diferite metode la niște ecuații de un tip unic. Pentru rezolvarea mecanică a acestor probleme existau reguli generale care aveau rolul formulelor pe care le utilizăm astăzi pentru rezolvarea ecuațiilor de grad diferit. Atunci când unele probleme erau formulate ca probleme de geometrie, matematicienii mesopotamieni operau cu aceste mărimi ca și cum ar fi numere abstracte, adunau sau scădeau *lungimi* și *arii* fără a ține seama de interdicția că nu se operează cu lucruri de natură diversă. Ei considerau atât *lungimea* sau *lățimea*, cât și *aria suprafeței* unei figuri matematice drept necunoscute și operau tot așa cum operăm noi astăzi cu necunoscutele x și y din ecuații.

În tăblițele de lut cu scris cuneiform au rămas pentru posteritate notate multe probleme, pe care astăzi le-am rezolva cu ajutorul ecuațiilor de gradul întâi, doi și trei. În

unele pot fi întâlnite și probleme la rezolvarea cărora trebuie de apelat la ecuații de gradul patru, cinci și șase, care pot fi reduse la ecuații de gradul doi și trei. E greu astăzi de motivat ipoteza aceasta, după cum menționează mulți istorici din domeniul istoriei matematicii, însă cert este că scribii mesopotamieni cunoșteau bine a aplica noțiuni de algebră.

Didactica matematicii mesopotamiene, deși a fost o învățatură empirică, de tipul *Uite-te atent și urmează întocmai!*, a atins în acele timpuri un nivel considerabil de aplicare a cunoștințelor matematice și de inițiere a unor suporturi metodic-didactice pentru instruirea corectă a scribilor în domeniul utilizării acestora în practica cotidiană.

În domeniul didacticii algebrei și aritmeticii, matematicienii mesopotamieni – scribii cunoșteau modalități specifice de rezolvare a ecuațiilor de o anumită formă și de un anumit grad scrise ca niște canoane, care erau învățate pe de rost și pe care ei ușor și destul de abile le aplicau în practica cotidiană și totodată la care erau reduse toate problemele practice ce se rezolvau cu ajutorul ecuațiilor cunoscute de didactica matematicii mesopotamiene. Erau cunoscute, se învățau și se aplicau cu pricepere următoarele forme practice de soluționare a problemelor cunoscute în acel timp, scrise într-o formă specifică cunoscută lor, care astăzi, însă pot fi notate sau redactate în formă simbolică modernă astfel:

1. Ecuații cu o necunoscută

$$ax = b,$$

$$x^2 = b,$$

$$x^2 + ax = b,$$

$$x^2 - ax = b,$$

$$x^3 = a,$$

$$x^3 + x^2 = a,$$

$$ax^3 + bx^2 + cx = d,$$

$$x^2(x + 1) = a.$$

2. Sistema de ecuații cu două necunoscute:

$$\begin{cases} x + y = a \\ xy = b \end{cases},$$

$$\begin{cases} x - y = a \\ xy = b \end{cases},$$

$$\begin{cases} x + y = a \\ x^2 + y^2 = b \end{cases},$$

$$\begin{cases} x - y = a \\ x^2 + y^2 = b \end{cases}.$$

3. Erau cunoscute și pe larg utilizate formulele pentru operarea cu termenii unei progresii aritmetice

$$1 + 2 + 4 + \dots + 2^n = 2^n + (2^n - 1),$$

$$1^2 + 2^2 + 3^2 + \dots + n^2 = (1/3 + 2/3n)(1 + 2 + 3 + \dots + n),$$

precum și sumarea progresiilor aritmetice.

4. Erau cunoscute și pe larg utilizate formulele de calcul prescurtat

$$(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2,$$

$$(a + b)(a - b) = a^2 - b^2.$$

5. Numerele pitagoriene $x^2 + y^2 = z^2$ erau calculate cu ajutorul formulelor

$$x = p^2 - q^2,$$

$$y = 2pq,$$

$$z = p^2 + q^2.$$

Bibliografie

1. ALBU, A. C. *O istorie a matematicii. Antichitatea până la secolul VI (XIII)*. Pitești: Nomina, 2009, 457 p.
2. CONSTANTIN, D. *Civilizația Asiro-Babiloniană*. București: Editura Sport și Turism, 1981, 404 p.
3. LIPIN, L., BELOV, A. *Cărțile de lut*. București: Editura Științifică, 1960, 386 p.
4. ВАЙМАН, А.А. *Шумеро-вавилонская математика. (III-I тыс. д.н.э.)*. Москва: Издательство восточной литературы, 1961, 275 с.
5. ВАН дер ВАРДЕН, Б.Л. *Пробуждающаяся наука. Математика Древнего Египта, Вавилона и Греции*. Москва: Издательство физ-мат литературы, 1959, 460 стр.
6. ВЫГОДСКИЙ, М.Я. *Арифметика и алгебра в древнем мире*. Москва: Наука, 1967, 368 стр.

**REALIZĂRI ÎN DOMENIUL MATEMATICII MESOPOTAMIENE.
ARITMETICA ȘI GEOMETRIA MESOPOTAMIANĂ**

Luminița TICU, profesor la matematică ȘG Mera,
Coordonator Centrul Metodic Odobești a profesorilor de matematică

<https://orcid.org/0000-0002-5282-5296>

Județul Vrancea, România

Rezumat. În Babilonul Antic se întrebuițau pe larg în calcule tot felul de tabele ce serveau ca un îndrumar practic. Ele facilitau cu mult calculele numerice care se cereau des a fi realizate în diverse probleme cotidiene, în special în problemele practice.

Cuvinte cheie: Matematica mesopotamiană, algebra, geometria, tăblițe cuneiforme, scribi.

Abstract. In Ancient Babylon, all kinds of tables were widely used in calculations that served as a practical guide. They greatly facilitated the numerical calculations that were often required to be performed in various everyday problems, especially in practical problems.

Keywords: Mesopotamian mathematics, algebra, geometry, cuneiform tablets, scribes.

Dar cum cu Instrumente folosite de arhitecții antici Echer Nivelă orizontală și verticală au cunoscut egiptenii Teorema lui Pitagora? Deoarece aceste calcule au fost făcute acum 4000 de ani, iar Pitagora a trăit între anii 580-500 î.Hr. Adevărul este că nu Pitagora a descoperit teorema ce-i poartă numele, acesta a dat numai o demonstrație riguroasă a teoremei, însă proprietatea triunghiului dreptunghic de a avea anumite lungimi ale laturilor era cunoscută cu mult timp înainte de către babilonieni și egipteni. Pe tăblițele babilonienilor sunt scrise numeroase tabele ce conțin numere pitagoreice, adică numere de forma a, b, c , ce satisfac relația $a^2 + b^2 = c^2$ prin urmare, faptul că un triunghi dreptunghic poate fi construit numai dacă laturile sale au anumite dimensiuni, a fost rodul gândirii colective acumulate în decursul istoriei și începutul unei astfel de cugetări este mult mai vechi și de cea a matematicienilor mesopotamieni. Este curios că o astfel de mentalitate a persistat și la alte civilizații, printre care cea chineză, hindusă, arabă

Matematicienii antici au determinat reguli de calcul pentru ariile figurilor și pentru volumele corpurilor geometrice. Aceste reguli ne duc cu gândul la formulele pe care elevii le învață astăzi în școală. Chiar dacă nu erau date sub formă teoretică, regulile descoperite în papyrusurile egiptene uimesc prin exactitatea lor. În papyrusul de la Moscova este atestată o metodă ce permite calcul cu exactitate a volumului trunchiului de piramidă, ceea ce demonstrează că matematicienii încep să abordeze latura teoretică a problemelor. Dacă unele reguli de calcul au fost stabilite pe cale empirică, ne este greu să credem același lucru și despre regula de calcul a volumului trunchiului de piramidă. Odată cu începutul civilizației, strămoșii noștri au fost preocupați de studiul unui domeniu aflat în strânsă legătură cu matematica, și anume astronomia.

Mesopotamienii erau nevoiți să măsoare corect orice lot de pământ, deoarece după fiecare inundație anuală a Eufratului și Tigrului majoritatea haturilor loturilor dispăreau [1, 2, 3]. Evidența acestor hotare trebuia ținută strict sub control, fiindcă fiecare proprietar de lot trebuia să verse în haznaua statului o anumită contribuție sub formă de danie din timp calculată. Evidența corectă a hotarelor loturilor de pământ și a daniilor era pe seama scribilor, de aceea ei trebuiau să cunoască regulile geometrice de calculare corectă a ariilor loturilor de pământ de orice formă, ca arii a figurilor plane, și în acest caz nu pe ultimul loc se afla așa zisa Teorema lui Pitagora.

Scribii mesopotamieni rezolvau pe cale aritmetică probleme ce țineau de determinarea ariilor loturilor de pământ, operații necesare la executarea diverselor lucrări agricole: aratul, semănatul, prelucrarea terenurilor, recoltarea roadei de pe fiecare parcelă. Alte probleme erau legate de determinarea volumului de pământ excavat în urma unor lucrări de săpare a unui canal sau altă lucrare, sau turnat într-un morman de o anumită formă, de determinarea numărului de oameni necesari pentru executarea unor lucrări de construcție, de materiale de construcție etc.

Astfel de probleme cu noțiuni geometrice actualmente sunt rezolvate cu ajutorul unor ecuații de gradul întâi sau, care mai sunt numite ecuații liniare – ecuații cu o necunoscută, uneori cu ajutorul unui sistem de ecuații liniare cu mai multe necunoscute. Încă în acele condiții scribii mesopotamieni operau chiar cu un număr de necunoscute mai mare decât trei – până la cinci necunoscute. În rezolvarea problemelor scribii mesopotamieni utilizau metoda algebrică a problemelor geometrice, a căror rezolvare se reducea la ecuații de gradul doi sau la ecuații de un grad mult mai înalt.

După cum s-a menționat în compartimentul dedicat tăblițelor de lut, mesopotamienii cunoșteau relațiile dintre lungimile laturilor unui triunghi dreptunghic exprimate în numere naturale și le utilizau cu dibăcie în practica de soluționare a problemelor geometrice practice. De exemplu, pe lângă problemele de antrenament metodic-didactice în 15 variante, indicate în tăblița *Plimpton* existau și alte probleme cu caracter practic.

Nu se cunoaște la concret cum și în ce mod matematicienii mesopotamieni extrăgeau rădăcina pătrată dintr-un număr. Este emisă o ipoteză precum că ei ar fi folosit procedeul

$$\sqrt{n} = \sqrt{a^2 + b} \approx a + \frac{b}{2a},$$
 unde a^2 era un număr ce exprima pătratul perfect maxim inferior lui n . Se poate de asemenea presupune că, utilizând calculele aproximative, scribul mesopotamian să fi folosit o metodă de utilizare a fracțiilor sexagesimale. De exemplu, calculând valoarea aproximativă a lui $\sqrt{2}$, care e știut că are o aproximație de 1,4142..., ei

au putut lua ca o primă aproximare valoarea egală cu $\frac{3}{2} = 1 + \frac{1}{2} = 1 + \frac{30}{60}$ pentru prima

zecimală, apoi a doua aproximare – valoarea egală cu $\left(\frac{3}{2}\right)^2 = 2 + \frac{15}{60}$ etc., pe care scribii mesopotamieni au constatat-o că este cea mai mare. Atunci ei au calculat valoarea medie a acestor două valori, adică

$$\frac{1}{2} \left(1 + \frac{30}{60} + 1 + \frac{15}{60} \right) \approx 1 + \frac{25}{60},$$

ce reprezintă una din valorile aproximative ale lui $\sqrt{2}$, pe care o utilizau scribii mesopotamieni.

Istoricul german în domeniul Istoriei Matematicii O. Neugebauer considera că scribii mesopotamieni nu au putut să considere geometria ca o disciplină matematică de sine stătătoare, ci doar ca o sumă de cunoștințe geometrice practice – o sumă de procedee practice necesare determinate empiric, necesare scribilor pentru realizarea cu succes a diverselor măsurări. Din cele cunoscute din conținutul tăblițelor de lut descifrate și descrise de specialiștii în domeniu rezultă ceva mai mult, adică niște cunoștințe empirice, dar adeseori uimitor de concrete și precise.

Tabele pentru calculul numeric geometrice, deși cu un caracter absolut practic, dar care denotă că scribii mesopotamieni aspirau spre calcule geometrice serioase destul de complicate pentru acele timpuri: calculul razei cercului circumscris unui triunghi isoscel cu lungimile laturilor date, determinarea razei cercului înscris într-un hexagon regulat, aflarea lungimii cercului.

În Babilonul Antic se întrebuițau pe larg în calcule tot felul de tabele ce serveau ca un îndrumar practic. Ele facilitau cu mult calculele numerice care se cereau des a fi realizate în diverse probleme cotidiene, în special în problemele practice.

În biblioteca de la Ninive a fost descoperită o tabelă ce conținea pătratele și cuburile numerelor naturale de la 1 până la 38, care servea probabil ca un ghid în arta calculului lucrătorului practic la determinarea ariei suprafețelor câmpurilor prelucrate și a volumelor unor vase sau a clădirilor [1, 2, 3, 6]. Tabela era alcătuită în conformitate cu sistemul sexagesimal de numerație.

Dacă actuala tabla noastră a înmulțirii este calculată pentru numerele naturale de la 1 la 100, atunci mesopotamienii utilizau tabele cu înmulțiri de la 1 la 180000. Tot la ei era stabilit un sistem prescurtat de scriere, care, în mod aproximativ, se putea prezenta în modul următor:

2	1	2
	2	4
	3	6
	4	8
	etc.	

6	1	6
	2	12
	3	18
	4	24
	etc.	

Prima coloană indică $1 \times 2 = 2$; $2 \times 2 = 4$; $3 \times 2 = 6$; $4 \times 2 = 8$; etc. Factorul permanent (2) era scris o singură dată, apoi omis, iar al doilea factor scris în ordine crescătoare. În mod respectiv în coloana a doua este prezentat $1 \times 6 = 6$; $2 \times 6 = 12$; $3 \times 6 = 18$; $4 \times 6 = 24$; etc. În unele tabele înmulțitorul permanent, adică 2 sau 6, ca în cazul dat, lipsește cu desăvârșire. El se subînțelege din contextul tabelii. Mult mai complicate erau tabelele ce erau destinate pentru împărțirea numerelor. Caracteristic pentru toate tabelele era absența deîmpărțitului, care era subînțeles din context.

Tabelele pentru ridicarea la o putere și extragerea rădăcinii respective sunt atestate în tăblițele de lut cunoscute și descifrate. Deoarece aceste tabele aveau o destinație pur practică – măsurarea ariilor suprafețelor și calcularea volumelor – ele conțin doar puterile cu exponentul doi și trei și respectiv numai rădăcinile pătrate și cubice. Mesopotamienii nu aveau necesitatea de a ridica numere la puteri cu exponentul mai mare decât trei, din care cauză și lipsesc astfel de tabele.

Este clar că prima coloană, fiind citit de la stânga spre dreapta, indică ideea referitor la tabela de calcul al rădăcinilor pătrate respective și, fiind citită invers, de la dreapta spre stânga, avem tabela pătratelor numerelor corespunzătoare:

$$\sqrt{1} = 1; \sqrt{4} = 2; \sqrt{9} = 3; \sqrt{16} = 4; \sqrt{25} = 5; \text{ etc.}$$

Coloana a doua e clar că trebuie citită de la stânga la dreapta ca tabela rădăcinilor cubice corespunzătoare și, fiind citită invers, ca tabela cuburilor numerelor corespunzătoare:

$$\sqrt[3]{1} = 1; \sqrt[3]{8} = 2; \sqrt[3]{27} = 3; \sqrt[3]{64} = 4; \sqrt[3]{125} = 5; \text{ etc.}$$

Adică aceeași tabelă, fiind citită de la dreapta la stânga, servea pentru ridicarea numerelor la putere, iar fiind citită de la stânga la dreapta, servea ca tabelă pentru extragerea rădăcinilor numerelor corespunzătoare [1, 2, 4, 5, 6].

În viața practică cotidiană din acele timpuri o importanță deosebită avea măsurarea cât mai exactă a câmpurilor prelucrate, a livezilor și viilor îngrijite, a construcțiilor edificiilor. Desigur toate ariile suprafețelor de teren arabil prelucrate au fost dintotdeauna măsurate și calculate încă din timpurile arhaice imemorabile. Însă, revărsările anuale ale Eufratului și Tigrului, împreună cu afluenții lor, ce inundau unele loturi de teren, aduceau cantități imense de argilă sub formă de mâl, care, făceau să dispară haturile ce le despărțeau. Din această cauză, adeseori, după retragerea apelor și zvântarea pământului, unele loturi de teren trebuiau măsurate din nou, pentru a determina cât mai precis linia de hotar dintre ele. Aceste operații erau repetate și în cazul vânzării sau cumpărării unui lot, sau la determinarea cotei la împărțirea unei moșteniri. Măsurarea terenurilor de pământ și calcularea ariilor suprafețelor măsurate era realizată de persoane inițiate în calculul matematic de determinare a ariei unei figuri plane precum triunghiul, pătratul, dreptunghiul (*ariile acestor figuri plane erau cunoscute din timpurile arhaice*), paralelogramul, trapezul

și în genere oricare patrulater. Pentru determinarea ariei oricărui patrulater se aplica o formulă ce dădea un rezultat aproximativ corect, însă pentru acele timpuri aceasta era o realizare destul de considerabilă. Formula era similară cu cea de determinare a ariei unui dreptunghi, adică produsul a două dimensiuni, doar că în acest caz cele două dimensiuni erau luate ca semisuma laturilor opuse. Era o metodă didactică destul de eficientă pentru acele timpuri, cu toate că această formă de calcul dădea rezultate mai mult sau mai puțin exacte doar în cazul în care figura era de o formă apropiată de un dreptunghi.

Printre tăblițele de lut ce au ajuns până în zilele noastre au fost depistate un număr destul de considerabil de hărți ale loturilor de pământ cu delimitarea hotarelor, ce au fost întocmite acum 5000 de ani. Iată, spre exemplu, una dintre ele:

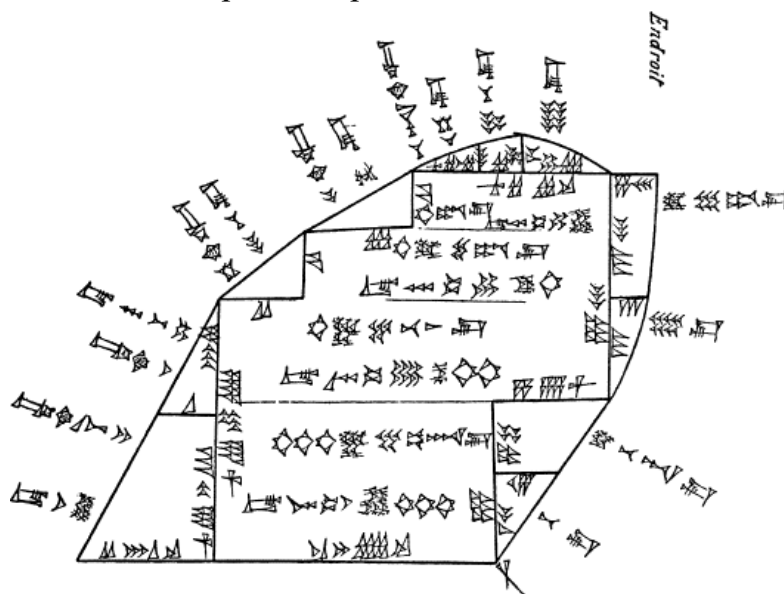


Figura 1. Planul unui lot de pământ

Prin scriere cuneiformă este notată lungimea fiecărei laturi a figurilor geometrice din planul indicat și suprafața lor

Examinând schițele din aceste plane de formă neregulată, se observă că ele sunt împărțite în mai multe triunghiuri, dreptunghiuri și trapeze [1, 2, 3]. Măsurând dimensiunile necesare și calculând aria suprafeței fiecărei figuri geometrice plane, apoi făcând suma lor, specialistul în hotărnicie obținea aria suprafeței totale a lotului respectiv. Era un procedeu metodic-didactic, care este valabil și actualmente.

Realizarea cu succes a acestor calcule nu era un lucru ușor pentru matematicianul mesopotamian. Această muncă necesita o bogată experiență de lucru. Cei care studiau meseria de specialist în treburile de hotărnicie aveau la îndemână manuale sau îndrumare în care se găseau exemple de soluționare a problemelor cele mai des întâlnite în practica de lucru. De menționat că aceste soluționări de probleme nu erau întotdeauna însoțite de exactități riguroase, dar în acele timpuri așa ceva nici nu se cerea. Mesopotamienii nu căutau mare precizie acolo unde acest lucru nu se cerea sau nu era necesar.

Într-o tăbliță de lut cu scriere cuneiformă cu text matematic, întocmită pe la începutul mileniului al II-lea î.Hr., este atestată următoarea problemă: „*Să se determine lungimea diagonalei unui dreptunghi, cunoscând lungimile laturilor sale*”. Tot acolo sunt indicate două procedee de rezolvare a acestei probleme, însoțite de ample comentarii, dar fără motivare logică și fără nici o cât de mică demonstrare.

Unele tăblițe de lut conțin probleme practice legate de realizarea concretă a anumitor lucrări practice din viața cotidiană și a unor lucrări de construcție. Conținutul lor urmărește de a calcula ce cantitate de pământ este necesară pentru construirea unui rambleu (*un gol subteran ce trebuie împlut sau un loc ridicat la nivelul necesar pentru construcția unei căi de comunicare*), ale cărui dimensiuni se dau; cât pământ va trebui să care fiecare lucrător, fiind cunoscut numărul total al acestora. Cu alte cuvinte, problema se referă la calculul volumelor corpurilor geometrice de formă variată și la lucrările legate de realizarea practică a acestora. În alte probleme cu un conținut practic se cerea de determinat cantitatea de lut ce trebuia să pregătească fiecare muncitor pentru a ridica un zid, fiind cunoscute dimensiunile unui zid, perete, sau cât pământ poate încăpea între-un coș de o anumită formă, fiind specificată forma coșului.

Printre cele mai simple probleme care se dădeau elevilor începători spre rezolvare este și următoarea: „*În câte zile va putea fi executată o bucată de țesătură de o anumită lungime, cunoscând că zilnic se țes atâția coși de acest material?*”

Bibliografie

1. ALBU, A. C. *O istorie a matematicii*. Antichitatea până la secolul VI (XIII). Pitești: Nomina, 2009, 457 p.
2. CONSTANTIN, D. *Civilizația Asiro-Babiloniană*. București: Editura Sport și Turism, 1981, 404 p.
3. LIPIN, L., BELOV, A. *Cărțile de lut*. București: Editura Științifică, 1960, 386 p.
4. ВАЙМАН, А.А. *Шумеро-вавилонская математика*. (III-I тыс. д.н.э.). Москва: Издательство восточной литературы, 1961, 275 стр.
5. ВАН дер ВАРДЕН, Б.Л. *Пробуждающаяся наука. Математика Древнего Египта, Вавилона и Греции*. Москва: Издательство физ-мат литературы, 1959, 460 стр.
6. ГЛЕЙЗЕР, Г.И. *История математики в школе. Пособие для учителей*. Москва: Просвещение, 1964, 376 с.

CALENDARUL LA MESOPOTAMIENI**Marius-Marin VIOREANU**, inspector școlar<https://orcid.org/0000-0001-9284-0012>

IȘJ Vrancea România

Rezumat. Mesopotamienii au acceptat un calendar destul de modest și apreciabil pentru acel timp, bazat în parte pe observațiile permanente asupra fazelor Lunii. Luna – zeul Sin – era urmărită cu mare atenție, fiind notate și stelele prin vecinătatea în care se desfășura drumul-calea aparentă al Lunii.

Cuvinte cheie: Civilizația mesopotamiană, calendar, an, lună, săptămână, măsurarea timpului.

Abstract. Mesopotamians accepted a fairly modest and appreciable calendar for that time, based in part on permanent observations of the Moon's phases. Luna – the god Sin – was followed very carefully, being also noted the stars in the neighborhood where the road-the apparent path of the Moon was unfolding.

Keywords: Mesopotamian civilization, calendar, year, month, week, time measurement.

Încă din preistorie oamenii au încercat să împartă cât mai exact timpul, îndeosebi pentru a putea determina apariția anotimpurilor. La început erau folosite calendarele lunare, calculând cu o oarecare exactitate timpul dintre fazele succesive ale Lunii. Sumerienii și babilonienii au fost primele civilizații care au introdus și folosit *calendarul lunar*. Aceștia au împărțit anul în 12 luni, fiecare lună având aproximativ 29,5 zile. Durata unei luni lunare a fost stabilită în funcție de lunație, adică intervalul de timp dintre două luni noi consecutive. Însă această perioadă de timp este variabilă, ea variază între 29 de zile 6 ore și 29 de zile și 20 de ore. Făcând o medie putem calcula durata lunii lunare la 29 de zile 12 ore 44 minute 2,8 secunde, adică aproximativ 29,5 zile. Din cauza faptului că 12 luni Lunare durează mai puțin decât un an astronomic, acest calendar determina anumite decalaje de timp, anul având: $12 \times 29,53059 = 354,36708$ zile (*durata exactă a unei luni astronomice fiind de: 29,53059 zile*), adică cu aproape 11 zile și 6 ore mai puțin decât anul solar. Această diferență crea un decalaj de o lună la trei ani, iar la nouă ani decalajul era de un anotimp. Pentru a elimina acest decalaj s-a introdus la diferite perioade de timp o lună în plus. Începând cu sec IV î.Hr. calendarele lunare au fost înlocuite treptat cu calendarele luni - solare. Încă din mileniul III î.Hr., egiptenii au introdus calendarul solar, divizat în trei anotimpuri. După calculele efectuate, egiptenii au stabilit ca durata anului să conțină 12 luni a câte 30 de zile, iar la sfârșitul celor 360 de zile să mai adauge suplimentar 5 zile. Cum au ajuns egiptenii să aibă un calendar atât de precis? Au putut oare să acumuleze atâtea cunoștințe astronomice, astfel încât să stabilească durata anului la 365 de zile? După unii cercetători, anul egiptenilor nu este un an astronomic, ci unul agricol (R. Parker), bazat pe revărsările periodice ale Nilului, o dată la 365 de zile. Cum perioadele de timp ale revărsărilor nu erau regulate, (decalajele putând fi de peste șapte săptămâni), aceștia au apelat la un alt fenomen repetabil ce avea o precizie mult mai mare. Ei au adoptat ca

răsăritul stelei Sirius să corespundă cu începutul anotimpului inundațiilor. În paralel cu acest calendar solar, egiptenii se foloseau și de calendarul lunar, îndeosebi pentru stabilirea sărbătorilor religioase. Egiptenii nu aveau standardizate unitățile temporale mari (*deceniile, secolele, milenii*), împărțirea timpului era făcută în funcție de perioadele de domnie a regilor. Datele erau stabilite în funcție de anii de domnie, de exemplu: Anul 2, luna a 3-a a „*Revărsării*”, prima zi de domnie a regelui Egiptului de Sus și de Jos, Amenemhat al III-lea. După o bună perioadă de timp, în anul 46 î.Hr. romanii au determinat durata unui an la 365,25 de zile prin adăugarea unei zile, o dată la patru ani, o aproximare foarte bună, ținând cont de faptul că anul astronomic are 365 zile, 5 ore, 48 minute, și 46 secunde (ca număr zecimal: 365,2422 zile). Acest calendar, numit și calendarul Iulian, a fost folosit până în anul 1852, când s-au constatat noi decalaje de timp datorită faptului că anul mediu din calendar era ceva mai lung decât anul astronomic. Așadar, au fost aduse noi modificări prin ștergerea a 10 zile din calendarul solar, și introducerea unei noi reguli: anii divizibili prin 100 vor fi ani bisecți numai dacă sunt divizibili și prin 400, iar noul calendar astfel obținut a fost denumit, calendarul Gregorian.

Mesopotamienii au acceptat un calendar destul de modest și apreciabil pentru acel timp, bazat în parte pe observațiile permanente asupra fazelor Lunii. Luna – zeul Sin – era urmărită cu mare atenție, fiind notate și stelele prin vecinătatea în care se desfășura drumul-calea aparentă al Lunii. Observând după multe urmăriri minuțioase drumul parcurs de Lună pe Zodiac (*o porțiune sub formă de brâu a bolții de nord a sferei cerești, care este străbătută de Soare în decurs de un an, și care cuprinde cele 12 constelații numite zodiacale*). Preoții caldei au împărțit Zodiacul în 28 stații lunare. Fiecare stație este reprezentată de un arc de aproximativ 13° și reprezintă distanța parcursă pe cer de Lună în 24 de ore. Aceste stații lunare au fost cunoscute de către savanții din întregul Halifat Arab sau din China, fiindcă Luna se mișca aproximativ printre aceleași stele ca și în Mesopotamia. Apartenența la aceeași emisferă nordică a permis o influență reciprocă exercitată de astronomia mesopotamiană, hindusă și cea chineză. Mișcările astrilor indicau ordinea zilelor și de aceea datoria preoților era să urmărească cu cea mai mare atenție mișcarea aparentă a astrilor pe bolta cerească.

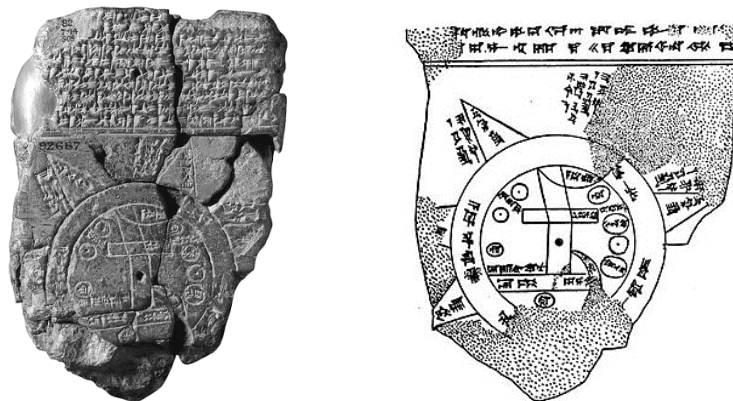


Figura 1. Harta lumii executată de babilonieni

Cu toate că acest calendar nu era atât de exact, el a avut o influență considerabilă asupra evoluției calendarelor multor civilizații, inclusiv asupra calendarului astronomului grec Meton [1, 2].

Istoricul grec Herodot menționa că elinii au împrumutat de la mesopotamieni orologiul solar, indicatorul solar și divizarea diurnei în douăsprezece părți. Astrologii caldei se bucurau de mare renume chiar și în epoca romană nouă.

Necesitatea de a măsura timpul a dus la stabilirea unor sisteme calendaristice originale, bazate în parte pe observațiile permanente asupra evoluției fazelor Lunii și asupra schimbărilor climaterice din natură. Unitățile calendaristice de bază pentru calcularea timpului erau: anul, format din 354 de diurne și o treime de zi, luna, formată din 30 de diurne, săptămâna, formată din 7 diurne și diurna alcătuită dintr-o zi și o noapte. Diurnele se divizau în trei străji de zi și trei străji de noapte, iar începutul diurnii era considerată o unitate destul de vagă – momentul apusului Soarelui, care, după câte știm, variază în funcție de anotimp. În afară de această divizare diurna mai era împărțită în 12 părți mari (*ore*) de două ori câte 12 ore și fiecare oră dublă în 30 de părți mici (*minute*), adică diurna la mesopotamieni era divizată în 360 de părți. Această divizare ulterior s-a răsfrânt și asupra divizării anului calendaristic, care era alcătuit din 12 luni sau 360 de zile. Preoții astrologi mesopotamieni știau să determine cu o deosebită precizie diferența dintre anul real (*solar*) și cel lunar. Această diferență era determinată de observările efectuate asupra răsăritului unor stele alese apriori, adică urmărind apariția lor înainte de răsăritul soarelui. Totuși nu se poate spune că era fixat un moment legat de un oarecare fenomen natural. Cronologia mesopotamiană este destul de confuză, din cauza faptului că măsurile timpului nu erau intercalate într-un mod regulat în conformitate cu criteriile riguroase astronomice, ci după niște motive astrologice sub formă de luni care ar fi făcut ca anul lunar să coincidă cu cel solar. Uneori totuși ziua, de exemplu, din secolul al XXIV-lea până în secolul al XX-lea î.e.n. începea dis-de-diminează, în zori, sau de la miezul nopții, cum este acceptat actualmente la noi. Fiecare oră era divizată în 30 de minute. De aici rezultă că ora mesopotamiană era de două ori mai mare ca ora actuală, iar minutul – de patru ori. Deoarece fiecare lună calendaristică trebuia să se înceapă în diurna cu Lună nouă, începutul lunii se stabilea de fiecare dată în mod empiric, prin anumite observări astronomice realizate între-un mod special cunoscut doar de sacerdoții templelor. Decalajul dintre anul calendaristic și cel tropic era de 11 diurne, 5 ore, 48 de minute și 46 de secunde. Această eroare se corecta din timp în timp prin adăugarea unei luni calendaristice suplimentare. Anume astfel s-a procedat pe timpul lui Hammurabi – printr-o dispoziție specială dată de autoritatea centrală de stat.

Cum mișcarea vizibilă a Soarelui are loc după o eliptică asemenea unui cerc, mesopotamienii au împărțit acest drumul parcurs de Soare tot în 360 de părți egale – după numărul unităților de timp. Mai târziu, ei au început a diviza orice cerc în 360 de părți

egale, numite grade, care, la rândul lor, au fost divizate în câte 60 de minute, iar fiecare minut – în câte 60 de secunde.

Măsura timpului a devenit pentru mesopotamieni un atribut destul de necesar, care solicita odată cu dezvoltarea societății, măsurări din ce în ce mai riguroase. Din această cauză, pentru măsurarea orelor și minutelor ei au inventat *ceasul solar* și *ceasul cu apă*.

Ceasul solar era prezentat prin umbra unui baston (*tijă, gnomon*) înfipt vertical, care deplasându-se pe un disc împărțit în 12 diviziuni mari și 360 de diviziuni mai mici, indica cu o oarecare aproximare orele duble și minutele. Mai apoi această invenție, adică *ceasul solar* cu discul lui, a fost preluată de la mesopotamieni de greci, după cum mărturisește Herodot, cunoscutul istoric grec ce a trăit în secolul al V-lea î.Hr.

Ceasul cu apă avea o construcție ceva mai complicată. Era format dintr-un vas împlut cu apă cu un volum mare, ce avea o deschizătură cu scurgere îngustă la fund. Pentru a măsura cât mai corect timpul ce se scurgea, s-a recurs la o metodă simplă de estimare. Când răsărea pe cer prima stea de seară (*luceafărul*), deschizătura se deschidea și apa începea să curgă. În acest mod ea se scurgea timp de o întreagă zi până când pe bolta cerului nu apărea din nou steaua menționată. Apa scursă era cântărită, apoi se determina volumul sau masa de $1/12$ și $1/360$ din masa ei totală. Apoi pe rând se turnau în vas aceste cantități de apă, făcându-se însemnările corespunzătoare și se obținea o gradare destul de exactă, pentru acele timpuri, pentru a determina orele și minutele ce s-au scurs. Ceasul cu apă era un vas cu un volum destul de mare: în el încăpeau cel puțin **6** mine de apă, adică ceva mai mult de 3 litri.

Două ore duble alcătuiau o *strajă*, care era numită *mină*. Totodată *mina* mai desemna și etalonul de măsură pentru mase, rezultată din 60 de *șecheli*.

E curios faptul că mesopotamienii pentru reprezentarea unității de măsură a timpului și a unității de măsură a masei foloseau același cuvânt – *mina*. Unii specialiști în domeniul studiului culturii mesopotamiene aceasta explicau prin faptul că în decursul unei ore duble se scurgea o cantitate de apă a cărei masă era egală cu unitatea de măsură a masei – o *mină*. Se prea poate să fi avut loc și procesul invers, adică această unitate de măsură pentru masă să fi împrumutat numele său de la unitatea de timp respectivă. E greu de spus cert care dintre aceste două a apărut prima. În orice caz, legătura dintre ele este evidentă. Din aceste rezultă în mod logic că dacă o *mină* este egală cu *două ore duble*, adică o *strajă*, atunci un *șechel* corespunde *unui minut* de acea durată de timp.

Unitățile de timp mai mari au apărut ca rezultat al urmării mișcării vizibile a Lunii pe cer în jurul Pământului și a succesiunilor anotimpurilor. Calendarul vechi mesopotamian avea anul alcătuit din 12 luni lunare sau sinodice, care desemnau intervalul dintre două faze lunare consecutive de același fel (*de exemplu: de la o Lună Nouă până la apariția altei Luni Noi, sau de la o Lună Plină până la apariția altei Luni Pline*). Intervalul în care Luna pe cer face un ocol în jurul Pământului, de exemplu, din momentul când răsare Luna

Nouă și până la următoarea Lună Nouă constituia unitatea de măsură a timpului numită *luna calendaristică* sau *sinodică*. O lună sinodică are 29 de zile 12 ore și 44 de minute. Deoarece ciclul lunar nu are o durată exactă, luna mesopotamiană număra în mod alternativ când 29, când 30 de zile, alternanță lipsită de o oarecare consecvență motivată, totalizând 354 zile și o treime de zi. De fiecare dată când trebuia să răsară o Lună Nouă, astronomii mesopotamieni căutau tânăra Lună, care urma să apară. Îndată ce o descopereau, se vestea începutul unei noi luni calendaristice.

În afară de aceasta, luna se împărțea în patru *săptămâni* [2].

Săptămâna era alcătuită din 7 zile. Fiecare zi era dedicată unei divinități venerată de vechii mesopotamieni, fie ea malefică sau afabilă, și în funcție de atașamentul cu aceste divinități, o zi era considerată norocoasă, ce aduce prosperare și noroc, iar alta – nefastă sau aducătoare de ghinion. Cifra 7 era o cifră sacră la semiți, fiind printre altele și numărul celor 7 planete cunoscute atunci (*Luna (Sin)*, *Soarele*, *Marte (Nergal)*, *Mercur (Gud-ud)*, *Jupiter (Sagmezar)*, *Venus (Dil-bat)*, *Saturn (Ninib)*). Numele zilelor săptămânii care le avem actualmente au amprenta în vechea latină a vechilor nume ale zeilor mesopotamieni:

Luni este ziua zeului Sin – zeul Lunii,

Marti – ziua zeului Nergal – zeul războiului,

Miercuri – ziua zeului Nabu (Mercur la romani),

Joi – ziua lui Marduk (Jupiter la romani),

Vineri – ziua lui Iștar zeita dragostei (Venus la romani).

Ziua a 7-a la mesopotamieni era zi de odihnă.

În perioada înainte de formarea statului unitar, fiecare oraș sau cetate serba aparte Anul Nou. La unii, el începea toamna, la alții – primăvara. În secolul al XVIII-lea î.Hr., în timpul domniei lui Hammurabi, calendarul mesopotamian a fost unificat. Pretutindeni, în toate satele și orașele, satrapiile lunile au început a purta aceleași denumiri [2].

Iată denumirile lunilor civilizației mesopotamiene:

nisanu (martie – aprilie);

iearu sau airu (aprilie – mai);

sivanu (mai – iunie);

tammuzu sau duzu (**iunie – iulie**);

abu (iulie – august);

ululu sau elulu (august – septembrie);

tirșitu sau tarșitu (septembrie – octombrie);

varah-samnu (octombrie– noiembrie);

kislimu (noiembrie – decembrie);

tabetu (decembrie – ianuarie);

șabatu (ianuarie – februarie);

addaru sau adduru (februarie – martie).

Anul calendaristic, inițial, la prima etapă de constituire a statalității civilizației mesopotamiene, se compunea din 354 de zile (*6 luni a câte 29 de zile și 6 luni a câte 30*). Mai precis, 354 de zile și a treia parte dintr-o zi. Acest an era diferit considerabil de anul solar, deoarece era bazat pe ciclul lunar. Această deosebire s-a primit, presupun specialiștii în domeniu, deoarece revoluțiile lunare marcau un interval de timp mai scurt – lunile, iar pe de altă parte, mesopotamienii considerau că Luna este mai mare decât Soarele. Pentru a stabili o corespondență între aceste cicluri, din când în când mesopotamienii introduceau în calendarul lor civil o lună suplimentară, a 13-a (*arakh makru*). De regulă, aceasta se efectua în baza unui decret regal. Iată un extras din decretul regal al lui Hammurabi: „*Acest an are o lună suplimentară. Luna ce urmează a se numi ululu al doilea*” [2].

În regatele și imperiile mesopotamiene din mileniile II și I î.Hr., care se succedau unul după altul în mod analog ca și guvernatorii, anii erau socotiți după anii de domnie a unui oarecare suveran care era la putere la moment. Se scria, de exemplu, „*în al 6-lea an de domnie a regelui Salmanasar*”. Mai apoi, pe timpul domniei lui Hammurabi, s-a făcut o ordine care ulterior a fost preluată de grecii antici și care a influențat benefic la crearea sistemului de măsură a timpului după Meton.

Din calendarul mesopotamian avem o realizare importantă, care a rămas până la momentul actual, aceeași măsură a timpului – săptămâna de șapte zile, luna împărțită în patru săptămâni sau 28, 29 sau 30 de zile, a anului în 12 luni, a secolului în 100 de ani, a mileniului în 1000 de ani și a sar-ului în 3511 sau 3600 de ani.

Bibliografie

1. ALBU, A. C. *O istorie a matematicii*. Antichitatea până la secolul VI (XIII). Pitești: Nomina, 2009, 457 p.
2. CONSTANTIN, D. *Civilizația Asiro-Babiloniană*. București: Editura Sport și Turism, 1981, 404 p.
3. SOCOLOV, G. *Istoria și filozofia culturii*. Chișinău: Editura F.F.-P. „Tipografia Centrală”. 1998, 318 p.

MEȘTEȘUGĂRITUL ȘI ARTIZANATUL, COMERȚUL ÎN SUMER**Rică ZAHARIA**, inspector școlar<https://orcid.org/0000-0003-3079-5505>

IȘJ Vrancea, România

Rezumat. Produsele meșteșugarilor nu se caracterizau printr-un nivel înalt al calității și prin nimic nu întrecea realizările popoarelor vecine. În general, meseriile în Mesopotamia s-au dezvoltat destul de lent, însă chiar și munca meseriașilor nu se bucura de o mare apreciere. Agricultorul ocupa în societate o poziție mult mai superioară decât cea a meseriașului.

Cuvinte cheie: Meșteșugurile, meserii, artizanatul, comerțul, evidență contabilă.

Abstract. The products of the craftsmen were not characterized by a high level of quality and nothing exceeded the achievements of neighboring peoples. In general, trades in Mesopotamia developed quite slowly, but even the work of craftsmen did not enjoy much appreciation. The farmer occupied a position far superior to that of the craftsman.

Keywords: Crafts, crafts, handicrafts, trade, bookkeeping, etc.

Unele din premisele apariției matematicii în Mesopotamia au fost ocupațiile cotidiene ale omului și printre ele un loc deosebit le-a revenit meșteșugăritului, artizanatului și comerțului. Meșteșugurile vechi, ca olăritul, țesutul, confecționarea uneltelor de lucru și a armelor de luptă, au apărut încă în neolitic, ca o exprimare specifică a aptitudinilor deosebite ale unor indivizi al unei formațiuni anumite într-un oarecare domeniu practic. Ei au devenit meseriași sau meșteșugari, realizând unelte sau arme, țesături cu ornamente și obiecte de uz casnic pentru restul comunității. Unii indivizi demonstau deprinderi excepționale în raport cu alții și atingeau un nivel înalt de profesionalism în domeniul dat. El devenea maestru și era stimat ca fiind cel mai bun dintre toți cei, care practicau meseria dată. Cei mai faimoși dintre maeștri aveau dreptul să-i învețe pe alții meseria practică. Acești maeștri erau oameni cărturari. Ei aveau cunoștințe atât în domeniul de activitate profesională, în conformitate cu meseria sau meșteșugul ales, cât și cunoștințe matematice necesare pentru executarea unei scheme, schițe, sau pentru efectuarea unor comparații de raporturi sau proporții, pentru realizarea unor calcule matematice elementare cu aplicare practică sau pentru a ține o evidență contabilă corectă. Aceste cunoștințe erau ca un tezaur al individului, care îi rezerva un statut special în societate. Această comoară, de neprețuit, era transmisă prin moștenire din tată în fiu. În cazul care moștenitorii lipseau, cunoștințele sau dispăreau fără urmă, sau erau transmise unora dintre cei mai buni elevi – scribi, care, la rândul lor, prelungeau opera meșteșugarului sau meseriașului. Cu timpul, ca rezultat firesc al selecției naturale, multe dintre procedeele de realizare, confecționare sau multiplicare a obiectului de artizanat dat obiectele se perfecționau, deveneau mai performante sau, chiar, uneori, erau înlocuite cu altele mult mai avansate. Astfel apăreau

calcule speciale, schițe sau desene-scheme, rețete de amestec, de îmbinări de culori, de substanțe, aliaje etc. (*cunoscute doar de meșterul dat și care nu erau adeseori nicăieri înregistrate*) utilizate pentru confecționarea unor obiecte mult mai performante și mai perfecte, ceea ce îi conferea obiectului un caracter unic.

Obiectul confecționat de meșter devenea obiect de artizanat în cazul acesta îmbina armonios meșteșugul practicat cu arta locală populară. Aceste obiecte erau executate de către meșteri cu un gust artistic fin în stilul creației populare locale. Anume aceste obiecte specifice fiecărei civilizații și servesc drept model de comparare, care, de fiecare dată, își au anumite caracteristici specifice epocii, populației, regiunii.

Primele civilizații din Mesopotamia – Sumerul, Akkadul – au înflorit de-a lungul fluviilor Tigru și Eufrat între anii 5000-500 î.e.n. Aceste popoare antice au inventat sisteme de irigație pentru a fi stăpâni pe apele fluviilor și pentru a folosi în mod rațional apa în beneficiul societății. Ei au inventat plugul pentru prelucrarea pământului și roata utilizată atât la carele de transport, cât și la confecționarea oalelor. Realizările în cauză au fost elaborate de oameni cărturari, care au sistematizat cunoștințele matematice necesare pentru a executa lucrări practice și le-au perfecționat în mod sistematic pe tot parcursul existenței acestei civilizații. Aceste cunoștințe inițial erau transmise de la generație la generație pe cale de rudenie. Mai apoi au apărut școli speciale în care se studia scrisul și matematica. În societatea mesopotamiană a apărut clasa meșteșugarilor.

Într-o legendă mesopotamiană scrisă de preotul Berossos (sec. II î.Hr.) se menționează: „În primul an ar fi ieșit din mare... o ființă rațională al cărei nume ar fi fost Oannes (la români Ion), al cărei corp era ca de pește, dar care avea în loc de capul său de pește un cap de om, și avea și picioare ca de om care ieșeau din coada sa de pește. El ar fi avut glas de om... Această ființă s-a întâlnit cu oamenii ziua... și a transmis oamenilor semnele scrierii, științele și artele de tot felul, i-a învățat clădirea caselor, înălțarea templelor, introducerea legilor, măsurarea pământurilor, le-a arătat cum se face semănatul și recoltarea roadelor și i-a învățat tot ce era de folos oamenilor pentru cultivarea vieții ... Odată cu apusul Soarelui ființa aceea Oannes s-a cufundat iarăși în mare...” [1].

Despre asemenea ființe, preotul caldeu Berossos relatează că au venit și sub domnia primilor regi dinainte de potop și au făcut și alte dezvăluiri, datorită cărora meșteșugurile și artele au progresat foarte mult în Mesopotamia. Acest zeu era considerat drept inventatorul meșteșugurilor și sub diferite nume era zeul ocrotitor al olarilor, tâmplarilor, lucrătorilor cu metalele, al țesătorilor, bărbierilor, corăbierilor, cizmarilor și al altor meseriași. El i-a învățat pe mesopotamieni a ține corect evidențele contabile, precum și matematica.

Desigur, civilizația orașelor nu putea exista fără o mulțime imensă de meseriași. În conformitate cu materialele săpăturilor arheologice și după multe documente păstrate este cunoscută acea pluralitate a numărului grandios de specialități ale meșterilor mesopotamieni: olari, țesători, giuvaierii, constructori de corăbii, vieri, brutari, topitori și

turnători de metale, parfumieri, meșteri populari pentru împletitul coșurilor și a rogojinilor... Însă produsele lor nu se caracterizau printr-un nivel înalt al calității și prin nimic nu întrecea realizările popoarelor vecine. În general, meseriile în Mesopotamia s-au dezvoltat destul de lent, însă chiar și munca meseriașilor nu se bucura de o mare apreciere. Agricultorul ocupa în societate o poziție mult mai superioară decât cea a meseriașului.

Mesopotamia în fiecare an producea o cantitate considerabilă de vase din lut, care nu se deosebeau nici prin forme perfecte, nici prin decorarea lor. Totuși meseria olarului era una din cele mai prețuite, întrucât produceau obiecte într-un mod similar cu zeii care-au creat și ei pe oameni din argilă. Inițial oalele erau fabricate fără roata olarului, care a apărut în mileniul al IV-lea (*cca 3400 î.e.n.*). Erau niște vase simple, care satisfăceau necesitățile locale. Vasele de lut au devenit, datorită roții olarului, mult mai netede și puteau fi realizate mult mai repede. Mai apoi au apărut opere însemnate ale olarilor și ceramiștilor mesopotamieni, fapt menționat prin frumusețea și varietatea formelor obiectelor basoreliefulor și statuetele care s-au păstrat în Mesopotamia. Oalele erau arse la Soare, deoarece lemnele pentru foc, pentru a le arde în cuptor, erau o raritate și această aventură costa destul de scump. Oalele erau ornate cu motive geometrice, având o formă strict simetrică. Aceste forme meșterul mesopotamian le imita contemplând natura.

Meșteșugul torsului și țesutului era cunoscut din vremurile străvechi ca și o serie de alte îndeletniciri: vopsitul, albitul, croitoria, datul la pui. Țesăturile se confecționau din in, cânepă, lână. Țesătorii mesopotamieni, la faza inițială, în Sumer, produceau atâtea țesături de calitate inferioară, încât le exportau peste hotare și le vindeau deopotrivă cu pâinea. Deja în Noul Babilon țesutul atinge culmile calității, făcând mărfurile țesătorilor foarte populare la popoarele vecine. Aceste țesături erau împodobite cu motive populare și desene uimitoare de linii și figuri între-o gamă superbă de culori. Era preferată îmbrăcămintea babiloniană împodobită cu fire de aur și argint.

În epoca aramei și a bronzului, metalurgia mesopotamiană ducea lipsă de aceste metale și la 100% le importa din alte părți ale lumii. Din această cauză, meșterii locali nu au creat opere ieșite din comun... Aceeași situație s-a repetat și în epoca fiefului.

Referitor la ambarcațiunile maritime, se poate spune că aveau dimensiuni modeste și o construcție nesofisticată. Cele mai vechi corăbii cunoscute erau construite din papură și trestie. Fiind unse prin colțuri cu asphalt, ele deveneau impermeabile față de pătrunderea apei. Pentru asemenea corăbii se confecționau și pânze tot din papură. Mai apoi ambarcațiunile se construiau din lemn.

Astfel de transport și actualmente poate fi întâlnit prin satele din Iran, mai ales prin satele din așezările din localitățile muntoase.

Un lucru și mai important a fost adaptarea roții pentru transport. Astfel au fost inventate și construite primele care cu roți. Iată evoluția roții din lemn din anii dinaintea erei î.Hr., fiind inițial confecționată din lemn brut.

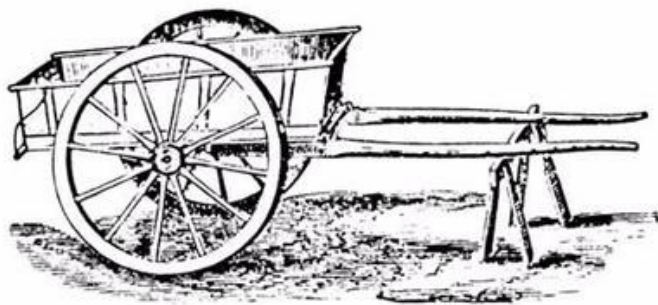


Figura 1. Car pentru gospodărie

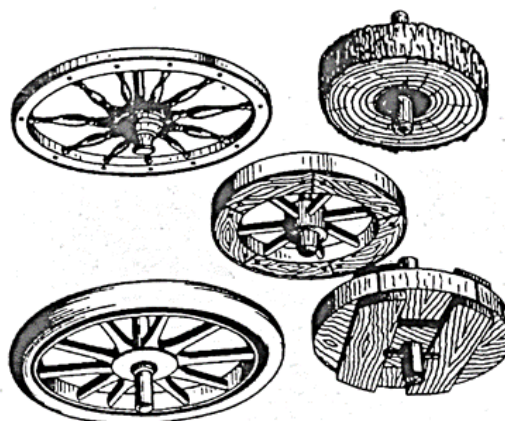


Figura 2. Evoluția roții

Deci o invenție atât de revoluționară ca roata se pretinde că a fost inventată în Mesopotamia.

Primele reprezentări depistate în Sumer a unui car cu roți datează din mileniul al IV-lea î.Hr.

Către sfârșitul mileniului III carele în acest ținut se utilizau deja în mod curent.

Roata inițial prezenta o construcție din trei bucăți de scândură groasă, strânse între-un cerc de piele și bătute în cuie.

Mai apoi a apărut și roata cu spițe și până la roata modernă, roată cu spițe confecționată de specialiști în domeniu.

Rotarul sau căruțașul era acela care lucra carele și căruțele de transport. Partea cea mai grea a muncii lor era confecționarea roților. Roata în mileniul al IV-lea era plină, executată din scânduri, iar mai apoi a obținut spițe.

Roata olarului se presupune că este tot o invenție mesopotamiană. Mesopotamienii au inventat **plugul și semănătoarea**.

În mileniul al II-lea î.Hr., fierarii mesopotamieni lucrau lacăte cu chei, din aramă sau din bronz. Printre altele, unele din articolele fabricate de meseriașii mesopotamieni totuși au obținut o largă popularitate. De exemplu, meșterii sumerieni au descoperit, secretul fabricării sticlei. Din sticlă ei făceau diverse flacoane. La începutul mileniului I î.Hr., meșteșugarii asirieni preparau pastă de sticlă opacă, faianță sticloasă și teracotă emailată. Meșterii mesopotamieni lucrau ornamente în mozaic și cunoșteau secretul fabricării sticlei suflate. Ceva mai târziu, din masa de sticlă meșterii au învățat să obțină emailul sau smalțul, iar din aliajul sticlos, care la exterior amintește lazuritul, produceau diverse podoabe și obiecte mici. Mărunțușurile executate erau cumpărate cu mare plăcere peste hotarele Mesopotamiei. Această muncă necesita cunoștințe temeinice în domeniul matematicii (*determinarea proporțiilor corecte, stabilirea dozelor necesare*) și al altor științe naturale, precum și al artei desenului și lucrului cu gama de culori. Mesopotamienii erau meșterii iscușiți anume în prelucrarea metalelor nobile. Operele lor, îndeosebi operele artistice din

metal turnat, se deosebeau printr-un stil rafinat și o irepetabilă eleganță. În atelierul meseriașului, în laboratorul alchimistului, în farmacia farmacistului se acumulau germenii cunoștințelor, a căror însumare către secolele XVI-XVII a obținut o mare importanță atât practică, cât și teoretică.

Multiplele rețete de preparare a unguentelor, medicamentelor, vopselelor expuse în monumentele istorice indică un nivel sporit a nivelului evoluției meșteșugurilor legate de chimie, cosmetologie și farmaceutică deja către mijlocul mileniului al II-lea î.Hr.

O mare utilizare în antichitate aveau rețetele pentru prepararea produselor alimentare, pentru prelucrarea și vopsirea pieilor și a blănurilor. În mileniul al V-lea î.Hr. erau deja destul de bine dezvoltate tehnologiile practice de tăbăcire și vopsire a pieilor, de fabricare a produselor de parfumerie, detergenților. Procedeele sublimării, rectificării, extragerii, filtrării erau pe larg utilizate în diverse operații tehnologice.

Specialiștii-meșteșugarii antici: topitorii, suflătorii de sticlă, vopsitorii, săpunarii erau niște chimiști tehnologi practicieni, au fost oameni pentru care achiziționarea cunoștințelor teoretice a nu avea nici o prioritate. Ei transmiteau în mod oral bogata lor experiență tinerei generații. În acele timpuri nu se generalizau și nici nu se descriau acele experimente antice, chiar dacă în monumentele istorice s-au păstrat unele rețete. Acestea nu reflecta nici pe departe aceea ce putea executa mintea și mâinile meșteșugarului. Însă ei posedau multe din cunoștințele acumulate de generații și care erau transmise oral sau prin activitatea practică. E destul de amintit rețeta:

- de preparare a glazurii emailate de o frumusețe de nedescris (fățuiala cu glazură, pentru decorarea cărora erau utilizate oxizii, CuO, CoO, FeO, PbO încă în mileniul al III-lea î.Hr.);
- de producere a oțelului de Damasc – oțel-carbon turnat (secolul al IV-III-lea î.Hr.);
- de fabricare a porțelanului (secolele III-VI-lea d.Hr.).

Multe documente mesopotamiene confirmă atestarea a variatelor rețete pentru prepararea aliajelor cu aramă, plumb, arseniu, argint; obiectelor din aliaje asemenea aurului sau argintului; pentru executarea obiectelor din pietre nestemate; pentru procedeele de vopsire a țesăturilor.

Aceste rețete nu puteau fi realizate fără a cunoaște matematica alcătuirii, preparării și utilizării lor în practică.

În urma săpăturilor arheologice s-a confirmat că în mileniiile V-III î.Hr. era cunoscut aliajul „*azemul*” – un aliaj deschis din argint și aur, se foloseau variate aliaje de bronz și tehnologiile prelucrării fierbinți a aliajelor.

În genere se poate afirma că artizanii mesopotamieni lucrau cu multă pricepere.

Produsele lor erau apreciate în Orientul Antic și sunt și astăzi admirate. Înflorirea artizanatului și meșteșugăritului denotă că mesopotamienii cunoșteau procedeele de calcul matematic și le aplicau corect.

Din cele mai vechi timpuri comerțul a fost una dintre îndeletnicirile cele mai îndrăgite de către mesopotamieni și atestat la ei încă înainte de mileniul al IV-lea înaintea erei noastre. Comerțul a apărut aproximativ cam în același timp odată cu dezvoltarea meșteșugurilor în neolitic, însă s-a extins și s-a afirmat ca de sine stătătoare odată cu apariția civilizației în cauză. Mesopotamienii și-au format legături comerciale cu multe locuri din vecinătate, mai ales din est, care includeau insula Dilmun – o insulă din Golful Persic, care era ca un centru de tranziție, ca un punct strategic în comerțul cu popoarele ce locuiau în peninsula Arabia, cu popoarele din văile fluviului Ind, cu Africa, cât și cu Magan, Bactria sau Elamul – țări sau regiuni învecinate.

Primii comercianți au apărut ca o urmare a utilizării metodelor mai noi și mai eficiente de prelucrare a pământului și de obținere a surplusului de produse sau de confecționare a unui obiect de artă. Irigația, utilizarea plugului, selecția grânelor a dus la apariția unor recolte mult mai mari de cât avea nevoie fermierul mesopotamian. Ca rezultat a apărut necesitatea posibilității de a face schimb de produse, schimbând o parte din produsele din surplus cu lucruri valoroase pentru locuitorul acestui ținut pe care ei nu le aveau, cum ar fi metalele, în special, cuprul sau piatra și lemnul. Primii agricultori din Mesopotamia, după cum și primii comercianți sunt numiți, uneori, ubaidieni, după una dintre cele mai vechi așezări ale lor – situl Tell al-Ubaid.

Necesitatea de a duce evidența activităților de comerț a dus la apariția primelor sisteme de scriere și a semnelor, care desemnau primele cifre. Tot odată acestea au fost unele dintre cele mai importante imbolduri care au necesitat dezvoltarea evidenței contabile, a metrologiei și mai apoi a matematicii elementare, împreună cu școlile de cărturari și scriere cuneiformă. Comerțul a generat o dezvoltare furtunoasă a matematicii contabile, practice, care este atestată în majoritatea problemelor cunoscute cu referire la civilizația mesopotamiană. Evoluția matematicii a fost generată atât de necesitățile gospodărești, precum și de cele de a realiza cu succes târguiala, în rezultatul căreia trebuia de a duce în mod abil evidențe contabile. Cunoștințele practice erau sistematizate, generalizate și transmise din generație în generație pe cale de rudenie. În astfel de mod s-au format întregi dinastii de neguțători. Inițial sumerienii făceau comerț cu produse locale în centre regionale, dar și în afara propriilor țări pentru a aduce bunuri ce le lipseau: piatră, lemnul și cheresteaua, metalele, pietrele prețioase.

Așezarea geografică avantajoasă a regiunii a contribuit în mare măsură la dezvoltarea comerțului. În codul lui Hammurabi în articolul 104 sunt enumerate ca mărfuri cu care se făcea comerțul: grânele, lâna și untdelemnul, iar în articolul 237 la cele enumerate se mai adaugă și curmalele. Comerțul se făcea în forme diferite. Pe lângă comerțul mare cu ridicata, se făcea și un comerț mic, cu amănuntul. Micii comercianți luau de la marii proprietari sau de la temple împrumuturi sau mărfuri și efectuau operații comerciale pe propriul risc. Cel de lua împrumutul trebuia să restituie echivalentul la cea ce a luat și în

plus întorcea un surplus pe de-a supra. Legiuitorul, care apăra interesele proprietarului, care a dat împrumutul sau marfa, lua în cazul acesta un șir de măsuri, care garantau marelui proprietar beneficiul stabilit de lege. Conform articolului 101 din cod, cel ce lua un împrumut de la un mare proprietar trebuia să restituie îndoitul sumei luate, chiar și în cazul când nu realiza nici un profit, uneori aceasta se termina pentru unii cu înrobirea prin datorii. Împrumutul nu se restituia doar în caz de război (art. 103). În legătură cu aceste condiții ale împrumutului de la un cămătar a apărut teoria întoarcerii unei dobânzi, iar mai târziu, în Roma Antică, pe baza acestor cunoștințe – teoria procentelor.

Sistemul economic al civilizației mesopotamiene a fost tot timpul, în linii generale, un sistem al economiei naturale, de aceea și cea mai mică unitate de măsură era considerată bobul de orz – *șeumul*, deoarece grânele jucau același rol ca și argintul sau aurul. În legătură cu creșterea și consolidarea statului în civilizația mesopotamiană crește și comerțul extern pe care-l făceau negustorii mesopotamieni. Datorită intersecției de drumuri comerciale, în timpul primei dinastii babiloniene, civilizația mesopotamiană se transformă treptat în cel mai mare centru comercial al întregului Orient și nu numai. În acest mod realizările matematice ale civilizației mesopotamiene, cunoscute nu doar numai în domeniul comerțului, au putut fi cunoscute și peste hotarele acestei civilizații.

Negustorii sumerieni porneau adesea în călătorii lungi și periculoase. Ei aduceau mărfuri din India, Afganistan, China, Creta, Egipt, Grecia, regiunile populate de civilizațiile arabe, chiar și din regiuni de mai departe. Întorcându-se acasă negustorii, adesea aduceau cu sine nu numai impresii cu referire la cele văzute și auzite, ci adeseori și unele opere sau documente legate de realizările matematice ale altor civilizații. De aceea adeseori apare dilema supremației a apartenenței unei descoperiri sau invenții matematice ca: apariția lui zero, apariția numerelor negative, proprietatea construirii triunghiurilor dreptunghice și altele.

Foarte multe lucruri nu se găseau în Mesopotamia. În linii generale regiunea era bogată în pâine, curmale, lână, poame, fructe și lut. După toate celelalte lucruri, care nu se găseau în acest areal, trebuia de plecat în plaiuri îndepărtate. În aceste cazuri, o expediție comercială putea dura mai mult de un an. Fără comerț viața Mesopotamiei cât și știința ei, inclusiv matematica, ar fi avut niște forme foarte primitive, ba poate nici nu s-ar fi dezvoltat. Din această cauză operațiile de târguială și cele financiare au obținut aici o dezvoltare destul de prematură și o evoluție furtunoasă. Cămătăria, afacerile bancare, tovărășiile negustorești, creditarea și decontarea prin virament în Babilonul Antic erau considerate ca lucruri obișnuite și ordinare. Târgoveții și agricultorii erau sângele adevărat al țării, iar meseriașilor și meșteșugarilor le-a revenit un loc mai modest...

Totul se măsoara cu măsura banilor ce îi poseda proprietarul lor [1].

Comerțul a adus cu sine înviorarea comunicațiilor poștale, care inițial se realiza prin intermediul negustorilor, iar mai apoi a devenit un serviciu independent aflat sub protecția

regală. În centrele importante se găseau slujbași pentru transportarea poștei, în deosebi cea regală. Aceasta a dus la construirea unor căi de comunicare, a drumurilor dintre localități. S-a păstrat un itinerar geografic ce enumera localitățile ce se află între orașul Assur și Golful Persic, iar un act mesopotamian menționează lista orașelor de dincolo de fluviul Tigru înspre răsărit, unde erau indicate și distanțele între două localități. Drumurile, în special, au fost construite în timpul domniei asirienilor. Aceste drumuri au fost mai apoi refăcute de către perși și romani. Drumurile erau păzite și aceasta permitea deplasarea pe ele și în timpul nopții. La fiecare două ore de drum se afla un post de pază ce urmărea ordinea pe drum și care putea să transmită știrea sau informația necesară în mod rapid prin intermediul focului făcliilor sau a unui foc aprins pe câmp. La anumite distanțe în deșert drumurile erau protejate de mici forturi unde era în mod obligatoriu săpate fântâni și erau construite adevărate hanuri de popas.

În anii 600 î.Hr. Mesopotamia devine provincie a statului perșilor și ridică serviciul poștal la un nivel necunoscut pentru acele timpuri. Marele istoric Herodot scrie despre acestea „...Nu este în lume ceva mai rapid de cât acești curieri: este destul de rațional la acești persani organizat serviciul poștal! Se vorbește că pe tot întinsul drumului la ei sunt repartizați cai și oameni, astfel încât fiecărei diurne de drum să-i revină un cal anume și un om. Nici zăpada, nici ploaia torențială, nici arșița, nici timpul de noapte nu pot împiedica fiecărui călăreț – olăcar – curier să parcurgă în goana cel mai mare sectorul de drum destinat. Primul călăreț transmite informația – vestea celui de-al doilea, iar acela celui de-al treilea. Și astfel vestea trece din mână în mână, până când nu ajunge la locul destinației...”

Bibliografie

1. ALBU, A. C. *O istorie a matematicii*. Antichitatea până la secolul VI (XIII). Pitești: Nomina, 2009, 457 p.
2. CONSTANTIN, D. *Civilizația Asiro-Babiloniană*. București: Editura Sport și Turism, 1981, 404 p.
3. Cronologia Universală. *Larousse. Cele mai importante evenimente politice, culturale, religioase și științifice din istoria omenirii*. București: Lider, 1996, 603 p.
4. ФОЛТА, Я., НОВЫ, Л. *История естествознания в датах*. Москва: Прогресс, 1987, 496 стр.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ СТЕРЕОМЕТРИИ МЕТОДОМ КООРДИНАТ**Раиса КОВРИКОВА**, доктор наук, доцент<https://orcid.org/0000-0002-8686-7726>

Комратский Государственный Университет

Аннотация. В статье рассматривается возможность применения метода координат при решении задач на нахождение расстояния от точки до плоскости, от точки до прямой, угла между прямыми в пространстве, угла между двумя плоскостями. Аргументировано, что применение метода значительно упрощает решение задачи.

Ключевые слова: метод, координаты, стереометрия, задача, решение, прямая, плоскость, угол.

Abstract. The article discusses the possibility of using the coordinate method to solve problems on finding the distance from a point to a plane, from a point to a line, the angle between lines in space, the angle between two planes. It is argued that the use of the method significantly simplifies the solution of the problem.

Keywords: method, coordinates, stereometry, problem, solution, line, plane, angle.

Как известно, большая часть учащихся сегодня сталкивается с непониманием геометрии, не могут решать геометрические задачи, особенно задачи стереометрии. Это касается не только плохо успевающих учеников, но и, в некоторых случаях, отличников. Во многом это связано с тем, что у учащихся недостаточно развито пространственное воображение. Учащимся сложно изобразить и найти угол между двумя прямыми, плоскостями, расстояние от точки до плоскости и др.

Анализ куррикулума и учебников выявил, что задачи, с вышеназванными заданиями изучаются в лицейском курсе математики. В 11 классе при изучении модуля 9 «Перпендикулярность в пространстве» рассматриваются вопросы нахождения угла между прямой и плоскостью и двугранного угла, расстояния от прямой до плоскости [5]. В 12 классе есть задачи на нахождение угла между скрещивающимися прямыми, нахождение расстояния от точки до прямой, от точки до плоскости. Для более сложных задач в учебниках предложен полный разбор решения [6]. Зачастую, такие задачи учителя предлагают разобрать самостоятельно или вовсе не рассматривают. Связано это с тем, что эти задачи достаточно трудоемки, единицы смогут даже чертеж выполнить правильно, не то, чтобы ее решить.

Тогда возникает вопросы: что делать, отказаться от таких задач, как научить решать такие задачи большее количество учащихся? Одной из возможностей обучения решению таких типов задач является использование метода координат.

Решение задач стереометрии методом координат — это один из мощных инструментов, позволяющих формализовать задачи на пространственные объекты и применить аналитические методы для их решения. Координатный метод основан на

использовании системы координат для описания пространственных фигур и вычисления параметров, таких как длины, углы, площади и объемы.

Применение координатного метода для решения задач геометрии, избавляет от необходимости наглядно представить сложные пространственные изображения. Сущность метода координат как метода решения задач состоит в том, что, задавая фигуры уравнениями и выражая в координатах различные геометрические соотношения, мы можем решать геометрическую задачу средствами алгебры (алгебра зачастую более понятна учащимся).

Преимущества координатного метода

Формализация: Перевод задачи в координатную плоскость позволяет избежать сложных пространственных построений. Это делает решение задач более строгим и структурированным.

Универсальность: Метод применим ко всем фигурам в пространстве — точкам, линиям, плоскостям и телам.

Простота вычислений: Благодаря аналитическим инструментам, таким как скалярное произведения, а также методы линейной алгебры, вычисления становятся систематичными и удобными.

Алгоритм решения задач методом координат [3]:

- Ввести прямоугольную систему координат (выбор зависит от объекта).
- Выписать координаты всех необходимых точек.
- Вычислить координаты необходимых векторов.
- Применить формулу, выполнить вычисления.
- Записать ответ.

Применение метода координат позволит нам найти решение следующих задач:

1. Найти угол между скрещивающимися прямыми.
2. Найти угол между прямой и плоскостью.
3. Найти угол между двумя плоскостями.
4. Определить расстояние от точки до прямой.
5. Определить расстояние от точки до плоскости.

Для того чтобы использовать метод координат, необходимо знать следующие формулы.

1. Формула для нахождения косинуса угла φ между векторами $a = (x_1; y_1; z_1)$ и $b = (x_2; y_2; z_2)$ (1):

$$\cos\varphi = \frac{x_1 \cdot x_2 + y_1 \cdot y_2 + z_1 \cdot z_2}{\sqrt{x_1^2 + y_1^2 + z_1^2} \cdot \sqrt{x_2^2 + y_2^2 + z_2^2}} \quad (1)$$

2. Уравнение плоскости в трехмерном пространстве:

$Ax + By + Cz + D = 0$, где A, B, C и D — действительные числа, причем, если плоскость проходит через начало координат, $D = 0$. если не проходит, то $D = 1$.

3. Вектор, перпендикулярный к плоскости $Ax + By + Cz + D = 0$, имеет координаты: $n = (A; B; C)$.

Приведем примеры задач из стереометрии, в которых применение метода координат значительно упростит решение задачи.

Пример 1. В прямоугольном параллелепипеде $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ известны ребра $AB=8, CC_1=6, BC=12$. Точка M — середина отрезка $A_1 B$. Найдите MD [26].

Решение данной задачи аналитическим способом более длинное и сложное. Применение метода координат намного упрощает данное решение:

1. Строим систему координат и в ней прямоугольный параллелепипед (Рис. 1)
2. Находим координаты вершин A_1 и B
3. Находим координаты середины отрезка, точки M .
4. Находим длину вектора MD

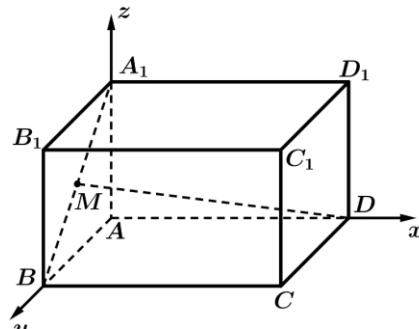


Рисунок 1. Прямоугольный параллелепипед

Пример 2. (для самостоятельного решения). В правильной треугольной пирамиде $SABC$ сторона основания равна 6, а боковое ребро равно 4. Точка M — середина ребра SC . Найти угол между плоскостью ABM и плоскостью основания ABC [4].

Для успешного решения задачи необходимо построить чертеж в прямоугольной системе координат (Рис. 2), найти координаты вершин и точки M , составить уравнения плоскостей и определить угол между плоскостями методом линейной алгебры.

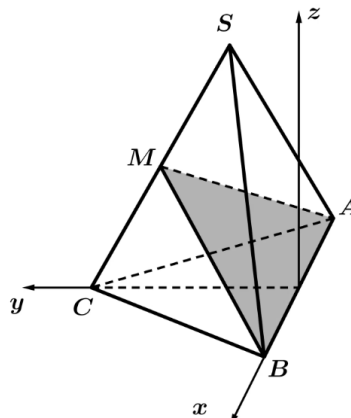


Рисунок 2. По условию примера 2

Пример 3. Длина диагонали куба $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ равна 3. На луче $A_1 C$ отмечена точка F так, что $A_1 F = 4$.

- а) Докажите, что $FBDC_1$ – правильный тетраэдр.
- б) Найдите длину отрезка AF .

Чертеж для решения задачи представлен на рисунке (Рис 3.). Решение задачи методами стереометрии очень трудоемкое. Методом координат достаточно уметь находить координаты точек и векторов, длины векторов.

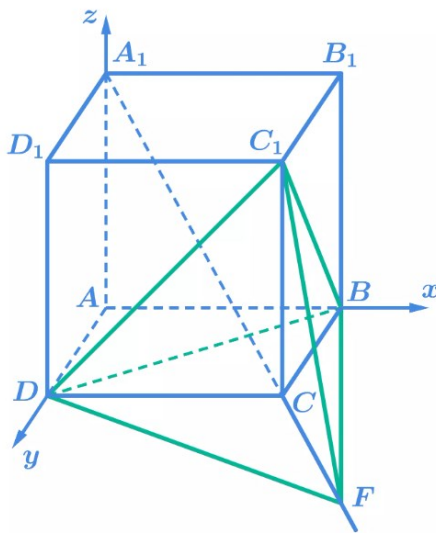


Рисунок 3. По условию примера 3

Применение метода координат будет способствовать выработке умения работать с векторами, подставлять координаты точек в уравнение, решать системы уравнений и др.

Необходимо отметить, что применение метода координат имеет и ряд недостатков такие как:

- наличие большого количества дополнительных формул, которые необходимо запомнить,
- отсутствие предпосылок развития творческих способностей учащихся.

Однако, сами формулы не являются сложными и их легко можно запомнить, они достаточно просты в применении. Что касается развития творческих способностей, то получение решения задачи большим количеством учеников лучше, чем отсутствие его решения и непонимание большинством учеников.

Кроме того, учащимся можно предложить выполнить проекты: «Нахождение расстояния между параллельными плоскостями», «Нахождение угла между скрещивающимися прямыми» и др., в которых можно предложить найти решение таких задач методом координат и не используя метод координат. Это позволит большинству учащихся научиться решению задач стереометрии и повысит интерес, в целом, к изучению геометрии.

Координатный метод — универсальный способ решения задач стереометрии.

Он позволяет свести пространственные задачи к вычислительным и аналитическим, что значительно облегчает их решение. Важно правильно выбирать систему координат и знать основные формулы для расстояний, углов и взаимного расположения объектов.

Библиография

1. ГЕЛЬФАНД, И. М. *Метод координат*. Москва: Наука, 2002 г. 90 с.
2. ХОЛЕВА, О. В. Нахождение углов между прямыми и плоскостями (координатно-векторный метод). В: *Математика в школе*, 2011. №4.
3. Министерство просвещения Республики Молдова. *Гид по внедрению Куррикулума по математике в 10-12 классах*.
4. Министерство просвещения Республики Молдова. *Математика. Куррикулум для лицей (X-XII классы)*. И. Акири, В. Чапа и др. Кишинэу: Luceum, 2019.
5. АКИРИ, И. и др. *Математика: Учебник для 11-го класса*. Chişinău: Prut Internațional, 2020. 304 p.
6. АКИРИ, И. и др. *Математика: Учебник для 12-го класса*. Chişinău: Prut Internațional, 2017. 264 p.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Лидия НИКОЛАУ, к.п.н., доцент

<https://orcid.org/0009-0006-0067-4680>

Кафедра «Педагогики и методики начального образования»

ГОУ «Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко»

Аннотация. В статье рассматривается вопрос о теоретических основах начального математического образования. Дается толкование понятий: «теоретические основы методики обучения математике», «методико-математические основы начального курса математики», «методико-процессуальные основы методики обучения математике». Представлены математические теории, которые являются базой начального математического образования. Выделяются дидактические принципы, технологии и психологические концепции, применение которых способствуют повышению качества математического образования.

Ключевые слова: математическое образование, теоретические основы методики обучения математике; методико-математические основы начального курса математики; методико-процессуальные основы методики обучения математике в начальной школе, качество математического образования.

Abstract. The article considers the question of the theoretical foundations of primary mathematical education. The interpretation of the concepts is given: "theoretical foundations of mathematics teaching methods", "methodological and mathematical foundations of the initial course of mathematics", "methodological and procedural foundations of mathematics teaching methods". Mathematical theories, which are the basis of primary mathematical education, are presented. Didactic principles, technologies and psychological concepts are highlighted, the application of which contributes to improving the quality of mathematical education.

Keywords: mathematical education, theoretical foundations of the methodology of teaching mathematics; methodological and mathematical foundations of the initial course of mathematics; methodological and procedural foundations of the methodology of teaching mathematics, the quality of mathematical education.

Математическое образование – это сложный процесс, основными компонентами которого являются приобретение учащимися определенной системы математических фактов и идей (знаний), овладение определенными математическими умениями и навыками, развитие математического мышления. Большую роль в вопросе повышения качества математического образования играет учитель, его методика обучения. Любая методика обучения, которое использует учитель, должна базироваться на определенных исходных положениях, иметь теоретические основы.

Теоретические основы методики обучения математике должны отвечать следующими требованиями:

а) опираться на определённую теорию (психологическую, педагогическую, математическую), используя её применительно к конкретному содержанию обучения;

б) являться обобщёнными положениями, отражающими не отдельный случай, а общие подходы к процессу обучения математике (в частности, в начальных классах), с решением некоторой совокупности вопросов в нём;

в) отражать устойчивые особенности процесса обучения математике, т. е. закономерности этого процесса или важные факты о нём;

г) подтверждаться на практике экспериментами или опытом работы учителей [1].

Теоретические основы методики обучения математике — это система положений, лежащих в основе построения процесса обучения математике, которые теоретически обосновываются и характеризуют общие методические подходы к его организации.

Исходя из того, что методика обучения математике, с одной стороны, обращена к содержанию обучения, а с другой — к человеческой деятельности (учителя и ученика), целесообразно выделить два вида теоретических основ — методико-математические и методико-процессуальные [2].

Методико-математические основы начального курса математики, по мнению Н.Б. Истоминой, являются «математические теории, которые в переработанном, доступном виде находят отражение в содержании данного учебного курса и могут быть использованы для обоснования тех или иных методических подходов» [1]. К ним относятся: количественная теория целых неотрицательных чисел, аксиоматическая теория целых неотрицательных чисел, учения о позиционной системе счисления и ее свойствах, о величинах и их измерении, о выражениях без переменной и с переменной, об уравнениях, неравенствах, геометрических фигурах и их свойствах.

Различаются два уровня таких основ — для учителя и для учащихся. Во многих случаях они не совпадают.

Например, равенство $2 \cdot (7+4) = 2 \cdot 7 + 2 \cdot 4$ для учащихся выступает как умножение числа на сумму, а для учителя — конкретное использование дистрибутивного закона умножения относительно сложения.

При написании школьных учебников авторы производят методическую обработку математического некоторого содержания и делают его доступным для учащихся. В некоторых случаях такая обработка не производится: используемые в математике определения и выводы непосредственно отражаются в школьном

курсе, например, определение периметра многоугольника, названия классов чисел, компонентов арифметических действий (слагаемое, уменьшаемое, делитель и др.), понятие об умножении числа на 0 и 1, утверждение «на нуль делить нельзя» и др.

Методико-математические положения, отраженные в школьных учебниках, влияют на методику обучения, и соответственно и на подготовку будущего учителя к преподаванию математике в начальной школе. Так, для осознания учащимися отношений «больше» («меньше») учитель использует иллюстрации, основу которых составляют различные математические подходы к определению отношений «больше» («меньше»):

а) теоретико-множественный подход к определению отношения «меньше» («больше»);

б) отношение «больше» определяется через сложение: $a > b$, если существует такое целое неотрицательное число c , что $a = b + c$.

В практике обучения математике в начальной школе учителю в каждом конкретном случае необходимо уметь выделять те методико-математические основы, на которые опирается соответствующая методика обучения.

Обучение математике — это целенаправленная, специально организованная и управляемая учителем деятельность младших школьников, в ходе которой они развиваются и воспитываются в процессе усвоения математических знаний.

В обучении математике, как и в любом процессе, проявляются определённые закономерности, которые выражают существующие связи между педагогическими явлениями, при этом изменение одних явлений влечёт за собой изменение других. Например, цели обучения математике, отражающие потребности общества, оказывают влияние на содержание и на способы организации деятельности учащихся, направленной на его усвоение. Результаты обучения зависят от характера деятельности, в которую на том или ином этапе своего развития включается ученик [2].

Стратегию обучения, в том числе и обучения математике, определяют дидактические принципы и различные теории обучения. Но они носят общий характер и не всегда учитывают в полной мере специфику тех проблем, которые возникают при обучении математике в начальной школе. Взятые в абстрактном виде, в отрыве от математической сути, они не могут непосредственно служить теоретическими основами методики обучения математике в начальной школе, так как остаётся неясным, как же, опираясь на них, выстраивать обучение конкретному содержанию [1].

Например, в дидактике разработана теория проблемного обучения: определена сущность её основных понятий, обоснована необходимость и эффективность их применения в учебном процессе, раскрыт ряд способов

организации и управления самостоятельной деятельностью учащихся, выявлены важнейшие дидактические условия реализации такого типа обучения. Однако решение вопроса о возможности создания проблемных ситуаций при помощи проблемных заданий в процессе обучения младших школьников математике остаётся за методикой.

Задачей методики обучения математике является разработка не только проблемных заданий, но и общих подходов к их использованию, в которых бы учитывались специфика математического содержания и особенности его усвоения учащимися. Так, например, одним из средств создания проблемных ситуаций при обучении математике являются нестандартные задачи. Однако нестандартную задачу можно назвать проблемным заданием только в том случае, если она создаёт проблемную ситуацию, основными компонентами которой являются: неизвестное, потребность ученика найти это неизвестное и его возможности в анализе условия и «открытии» нового [3].

В начальном курсе математики для создания проблемных ситуаций целесообразно использовать задачи практического характера, при решении которых дети могут опираться на свой жизненный опыт и на практические действия.

Например, приступая к знакомству с длиной, учитель предлагает классу две полоски (красную и синюю) и спрашивает: «Как можно определить какая из них длиннее?» Для младшего школьника это проблемная ситуация, способ решения которой ему предложено найти самостоятельно.

Доступность в данном случае обеспечивается тем, что при нахождении способа сравнения длин полосок он может опираться только на свой жизненный опыт и на практические действия. Эту проблемную ситуацию можно усложнить, предложив вопрос: «Можно ли сравнить длины данных полос с помощью третьей?» Ответ на него связан с нахождением нового способа действия, который лежит в основе измерения величин [3].

Аналогично можно проиллюстрировать и другие положения дидактики, которые становятся теоретическими основами методики обучения математике в начальной школе только после переработки их в связи с конкретным содержанием изучаемого математического материала.

Следует учитывать, что особенность использования теоретических положений дидактики при обучении конкретному предмету заключается в том, что они становятся действенными, только вступая во взаимосвязь с психологическими закономерностями и положениями, которые, так же как и дидактические, обычно высказывают обобщенно, в отрыве от конкретного содержания.

Задача методики — установить особенности проявления психологических закономерностей при усвоении учащимися математического содержания и разработать такие методы, приемы, средства и формы организации деятельности школьников, которые бы способствовали эффективному обучению. Сформулированные методические положения могут являться теоретическими основами обучения математике [4].

Например: В практике обучения для формирования прочных вычислительных навыков обычно используется система однотипных упражнений. Однако в процессе психологических исследований установлено, что если для формирования у школьников определенного вычислительного навыка им предлагаются однотипные упражнения, в которых имеются повторяющиеся компоненты, то учащиеся перестают принимать во внимание некоторые из них, что приводит к ошибочным действиям и результатам. В справедливости этого утверждения легко убедиться, если предложить им 10 — 15 примеров на сложение двух чисел, а последние два — на вычитание. В этом случае они нередко вместо вычитания выполняют сложение. Учащиеся как бы действуют по инерции.

Это следует учитывать при подборе упражнений на закрепление формируемых навыков по какой-либо теме, руководствуясь следующей рекомендацией: упражнения на закрепление по определенной теме целесообразно предлагать учащимся «вразбивку», включая в них и упражнения из других разделов.

Успешное обучение математике во многом зависит от организации внимания учащихся. Но проводить правильную работу в этом направлении можно только опираясь на психолого-дидактические положения. В противном случае деятельность учителя может содержать целый ряд методических ошибок. Покажем это на примере устного счета. В процессе его проведения многие учителя рассчитывают в основном на произвольное внимание учащихся (вид внимания, который связан с сознательной постановкой цели и волевыми усилиями) и используют для этой цели установку: «Будьте внимательны!» Но в этом случае не учитывается одна из психологических закономерностей: деятельность, осуществляемая на основе произвольного внимания, требует значительных усилий и быстро утомляет. Поэтому действенность данной установки для учащихся через какое-то время теряется (конечно, не для всех в одинаковой степени). Возможны случаи, когда учитель усиливает эту установку, обращаясь к конкретным ученикам (наиболее невнимательным): Для мобилизации внимания некоторые учителя спрашивают именно того ученика, который в данный момент либо отвлекся, либо вообще не слышал поставленного вопроса. Естественно, он не может ответить. Учитель начинает стыдить его, читать нотацию, приводить в пример других учеников. В результате — отрицательные эмоции, потеря времени и т. д.

При активизации внимания учащихся в процессе их учебной деятельности на уроке следует учитывать ряд психологических закономерностей.

В психологии установлена, например, такая закономерность: внимание активизируется, если: а) мыслительная деятельность сопровождается соответствующей моторной деятельностью; б) объекты воспринимаются зрительно.

Помимо этого, в психологической науке выявлены условия, под влиянием которых поддерживается внимание. К ним относятся: а) интенсивность, новизна, неожиданность появления раздражителей и контраст между ними; б) ожидание конкретного события; в) положительные эмоции [4].

Реализовать эти условия при обучении математике можно с помощью различных методических приемов. В их числе можно назвать: обращение к заданиям, представленных на экране компьютера; использование «светофоров» для контроля; математические диктанты; различные игровые ситуации; смена упражнений для устного счета, не только включающих вычислительную деятельность, но и связанных с наблюдением, выявлением признаков сходства и различия; и другие. В том случае, когда необходимо мобилизовать внимание какого-то отдельного ученика, который, несмотря на все используемые приемы, все-таки невнимателен, надо ему помочь. Когда он отвлекся, его не следует спрашивать в этот момент. Надо попытаться привлечь его внимание. Например, сказать: «А теперь примеры (задания) для устного счета, которые выписаны на карточке, вам предложит Коля, он будет контролировать правильность их решения». Таким образом, его внимание мобилизуется, и он будет испытывать положительные эмоции, связанные с тем доверием, которое оказал ему учитель.

Использование различных методических приемов позволяет организовывать деятельность учащихся в соответствии с поставленной целью, но без волевых усилий (т. е. на основе после произвольного внимания). Это играет большую роль в построении обучения, так как открывает перед учителем перспективу целенаправленного управления вниманием учащихся.

В начальных классах большую роль при формировании вычислительных навыков играет и такая психологическая закономерность: с увеличением объема материала уменьшается процент сохранения его в памяти. Материал большого объема плохо запоминается. С учетом этого можно сформулировать следующее методическое положение: давая установку на запоминание, например, табличных случаев, необходимо учитывать их количество.

Из психологии известно, что активная мыслительная деятельность способствует произвольному запоминанию. Казалось бы, данная закономерность могла бы быть положена в основу произвольного запоминания табличных

случаев в процессе упражнений. Но на практике это не всегда подтверждается. В чем причина? Здесь могут быть различные предположения:

а) учащиеся должны произвольно запомнить большое число табличных случаев за небольшой промежуток времени;

б) их деятельность при выполнении таких упражнений носит однообразный характер, и выполнение этих операций не требует от детей мыслительной активности.

Возможно, что в плане формирования вычислительных навыков действует другая закономерность: запоминание во многом зависит от сознательного намерения, определенной направленности деятельности в связи с соответствующей установкой.

Исходя из выше изложенного, можем сказать, что психологические закономерности, так же как и дидактические, выполняют методологическую, т. е. направляющую, функцию по отношению к методике и становятся теоретическими (методико-процессуальными) основами методики обучения математике после переосмысливания и переработки их в связи с изучением конкретного математического материала.

С теоретическими основами обучения математике младших школьников будущие учителя начальной школы знакомятся в ходе изучения дисциплин: «Теоретические основы начального курса математике», «Методика обучения математике в начальной школе» и «Современные методы и технологии начального математического образования». На занятиях у студентов формируются умения творчески использовать полученные знания для повышения качества начального математического образования.

Литература

1. ИСТОМИНА, Н.Б. (ред.) Теоретические основы методики обучения математике в начальных классах: Пособие для студентов фак. подг. учит. нач. кл. заоч. отд-ния. М.: Изд. «Институт практической психологии», Воронеж: НПО «МЦДК», 1996. 224 с.
2. ИСТОМИНА, Н.Б. *Методика обучения математике в начальной школе: Развивающее обучение*. 2-е изд., испр. Смоленск: Издательство Ассоциация XXI век, 2009. 288 с.
3. НИКОЛАУ, Л.Л. *Технология проблемного обучения математике в начальных классах*: дисс. канд. пед. наук: 13.00.02 / Л.Л. Николау. Тирасполь, 2002. 173 с.
4. ГУСЕВ, В.А. Психолого-педагогические основы обучения математике. М.: Академия, 2003. 432 с.

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ НАЧАЛЬНЫХ КЛАССОВ СРЕДСТВАМИ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ

Алла ТКАЧУК, к.п.н., доцент

<https://orcid.org/0000-0001-5907-8927>

Кафедра «Педагогики и методики начального образования»

ГОУ «Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко»

Нина УШНУРЦЕВА, к.п.н., доцент

<https://orcid.org/0009-0001-8418-4905>

Кафедра «Педагогики и методики начального образования»

ГОУ «Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко»

Аннотация. Статья является результатом теоретико-практического исследования роли педагогической практики в формировании основ профессиональной компетенции студентов в системе высшего профессионального образования. Современное высшее профессиональное образование выдвигает задачи по формированию широкого спектра профессиональных компетенций выпускников, и вузы страны заинтересованы готовить конкурентоспособных специалистов, востребованных на современном рынке труда. Выпускники вузов – будущие специалисты в своей области – за время учебы должны приобрести не только знания, умения и навыки, необходимые для успешной самореализации в профессиональной сфере, но и развить, воспитать в себе новые профессионально значимые качества. Для достижения этой цели используется весь комплекс педагогических средств, в том числе педагогическая практика, в процессе которой обучающимся присваиваются качества, соответствующие квалификационным требованиям. Организация такой системы профессиональной подготовки будущих педагогов, будет способствовать формированию профессиональной компетенции. В процессе педагогической практики это придает особую актуальность созданию необходимых условий для формирования профессиональной компетенции у студентов педагогических вузов, совершения ими осознанного выбора профессии в соответствии с собственными способностями, достигнутым уровнем подготовки и личностной мотивацией. Все это свидетельствует об актуальности вопроса формирования основ профессиональной компетенции в современной высшей школе.

Ключевые слова: студент, профессиональная компетенция, профессиональная компетентность, профессиональная деятельность, учитель начальных классов, педагогическая практика, виды, организация, общая цель, система.

Abstract. Article grows out of theoretic-practical research of a role of student teaching in formation of bases of the professional competence of students in system of the higher vocational training. Modern higher vocational training puts forward problems on formation of a wide spectrum professional компетенций graduates, and country high schools are interested to prepare the competitive experts claimed on a modern labour market. Graduates of high schools - the future experts in the area - during study should get not only knowledge, the skills necessary for successful self-realisation in professional sphere, but also to develop, bring up in themselves new professionally significant qualities. For achievement of this purpose all complex of pedagogical means, including student teaching in which

process by the trained the qualities corresponding to qualifying requirements are appropriated is used. The organisation of such system of vocational training of the future teachers, will promote formation of the professional competence. In the course of student teaching it gives a special urgency to creation of necessary conditions for formation of the professional competence at students of pedagogical high schools, fulfilment of the realised choice of a trade by them according to own abilities, the reached level of preparation and personal motivation. All it testifies to an urgency of a question of formation of bases of the professional competence of the modern higher school.

Keywords: the student, the professional competence, professional competence, professional work, the teacher of initial classes, student teaching, kinds, the organisation, an overall aim, system.

В начале нынешнего века человечество переживает глубокий идеологический и нравственный кризис, значительной частью населения утрачиваются смысложизненные духовные ориентиры, начинают доминировать аморальный прагматизм, эгоизм, агрессивность, интолерантность по отношению к другому. Этот кризис затрагивает и систему образования. Особенно тревожными симптомами этого феномена являются утрата учащимися и студентами мотивации к учебе, труду, к общественно-полезной деятельности, стремление к получению аттестата, диплома любой ценой, но только не систематическим учебным трудом.

Педагоги, обеспокоенные падением качества образования и воспитания учащихся, активно включаются в разработку новых более эффективных методик, вузы и школы оснащаются новым учебным оборудованием, внедряются интерактивные технологии. Но все это пока еще не изменило общего лица образования: оно остается, в основном, когнитивным, обучающим процессом, в котором школьнику и студенту вменяется в обязанность запомнить на уроке (лекции) и репродуцировать на экзамене (зачете) определенную сумму знаний.

Есть два способа избежать этих явлений, разрушительно действующих на систему образования. Во-первых, заинтересовать студентов содержанием, формой подачи материала на лекциях, пробудить их любознательность, показывать удивительное и неожиданное, «очевидное и невероятное» казалось бы в уже известных явлений. А во-вторых, убедить студентов в пользе знаний для создания в будущем благополучной и счастливой жизни. Но это студенты воспринимают, по большей части, как далекую и туманную перспективу. Тем более, они уже знают, что знания далеко не всегда определяют успех в жизни.

Чтобы актуализировать в сознании учащихся мотивацию к учебе, необходимо сокращать временной промежуток между пассивным накоплением знаний, которое требует от учащихся больших усилий, сосредоточения на их заучивание, запоминание учебного материала и практическим применением знаний, которое дает радость самоутверждения в глазах окружающих и сознание самореализации, возвышения личного достоинства, собственной самооценности как человека высоко

образованного, способного к решению практических задач. Однако при всей важности современных образовательных методик и технологий самой главной детерминантой повышения интереса учащихся к знаниям и эффективности учебно-воспитательного процесса является профессиональная компетентность педагога.

Целью статьи, поэтому является поиск путей повышения компетентности будущего учителя средствами педагогической практики.

Анализ исследований и публикаций среди множества уже разработанных подходов к пониманию профессиональной компетентности свидетельствует о том, что теоретически наиболее емким и практически значимым является личностно-деятельностный подход (М.Б. Есаулова, О.А. Козырева, И.А. Колесникова, Н.А. Морева). Компетентность учителя определяется уровнем развития и адекватности его личных качеств своей профессиональной деятельности, наличием глубокой ценностной ориентации и мотивации в постоянном совершенствовании своего педагогического мастерства, умением самореализоваться в учебно-воспитательном процессе, постоянно рефлексировать и самокритично оценивать свой вклад, в образование и воспитание подрастающего поколения.

Компетентность – интегративное понятие, которое выражает целостную личную характеристику профессионала, включающую определенный набор компетенций, таких конкретных функциональных характеристик личности, которые обеспечивают высокий результат профессиональной деятельности. Совет Европы (симпозиум «Среднее образование для Европы») определил пять групп ключевых компетенций: брать на себя ответственность, участвовать в совместном принятии решений, регулировать конфликты ненасильственными путем; понимать различия между людьми, способность жить с другими людьми, уважая друг друга; компетенция устного и письменного общения, владение языками; владение новыми технологиями, критическое отношение к информации; способность учиться всю жизнь [1].

Успешно решать такие задачи может учитель, который сам обладает высокой профессиональной компетентностью, включающей когнитивный, коммуникативно-технологический и конативный компоненты личностно-деятельностных характеристик.

Когнитивный компонент представляет собой своеобразный психологический механизм личности (способность разума), обеспечивающий восприятие, хранение, обработку (включая продуцирование и использование информации). Содержание сведений, необходимых для педагогической деятельности, определяется просто: «учитель должен знать свой предмет, педагогику, психологию, педагогическую этику и другое». Любая диагностическая процедура, позволяющая судить об уровне сформированности этого компонента, предполагает оценку информации,

воспроизводимой субъектом педагогической деятельности (устного ответа на квалификационном экзамене, доклада на методическом семинаре, статьи, и т.д.).

Коммуникативно-технологический компонент – это своеобразный психологический ансамбль практических умений и навыков учителя, проявляющихся (приобретаемых, совершенствующихся, утрачиваемых) в рамках педагогической деятельности. Учитель должен владеть навыками, приемами и методами самообразования, дидактического проектирования, предъявления учебной информации, организации образовательной среды.

Конативный компонент профессиональной компетентности - готовность к рациональному и гибкому выбору модели поведения таких профессионально значимых качеств, характеристик, как: воля, самообладание, сдержанность, терпение, настойчивость, наблюдательность, организованность, дисциплинированность, критичность, самостоятельность, инициативность, креативность, ответственность, добросовестность, толерантность, эмпатия, справедливость, честность, работоспособность, вежливость, чувство собственного достоинства, уверенность в себе [2].

Эту возможность получения морального удовлетворения дает студентам практика в двух видах: как форма учебы в виде семинарских (практических) занятий и как педагогическая практика в школе. Но в любом случае положительный эффект для мотивации к получению знаний и развитию профессиональных качеств практика может дать, если ею руководит настоящий профессионал, педагогически компетентный человек. Примером такого руководства может быть личностно-ориентированная практика по методике А. В. Хуторского: «В личностно-ориентированном обучении основу составляет методология деятельности ученика и учителя, обеспечивающая свободу их индивидуальной творческой самореализации. В личностно-ориентированной педагогике обучение – это совместная деятельность ученика и учителя, направленная на индивидуальную самореализацию ученика и развитие его личностных качеств в ходе освоения изучаемых предметов» [3].

Основной смысл – в приобретении учащимся образования в личностно-значимой области (теме), создании учеником своих личностно-значимых продуктов: внутренних – развитие личностных познавательных, творческих, оргдеятельностных качеств) и внешних – создание своих сочинений, выдвижение гипотез, проведение эксперимента/исследования и его продукт, составление концепций, понятий и т.п. и дальнейшее сравнение их с существующими культурно-историческими аналогами.

В условиях личностно ориентированного обучения меняются роли учителя (он выступает в роли фасилитатора, помощника ученика, его деятельность

направлена не на передачу знаний, а на организацию деятельности) и школьника, который становится соавтором урока, субъектом обучения (деятельность направлена на самопознание, саморазвитие, выработку собственных способов освоения мира).

Студент, обучающийся в вузе по этой методике, будет и в своей педагогической практике в школе, и в дальнейшей работе с учащимися компетентно применять эти принципы. В связи с этим мы реорганизуем педагогическую практику студентов по трем основным модулям: 1) развитие когнитивного компонента личности будущего учителя; 2) совершенствование коммуникативно-технологического компонента профессиональной компетентности; 3) выработка личных и деловых качеств когнитивного компонента педагогической компетентности. В соответствии с этим каждый выход студентов на практику в школу обеспечивается рабочим планом, в котором предусматривается определение и решение конкретной учебно-профессиональной задачи по соответствующему модулю. При этом контроль за качеством прохождения практики приобретает более целенаправленный, чем прежде, характер (по определенным модулям).

Повышение когнитивной компетенции связано, прежде всего, с освоением методик развития речи, освоением приемов обогащения, уточнения, активизации лексики учащихся, а также работой со словарями, энциклопедиями. В процессе проведения уроков студенты обращают внимание школьников на слова, которые часто произносятся с отступлениями, стараясь при этом не допускать ошибки и исправлять произношение учащихся. Словарная работа должна включать также: выявление наиболее сложных слов в тексте и степени понимания их детьми; уточнение значения слов; обогащение словарного запаса детей; объяснение значений новых слов с помощью различных приемов (наглядное представление, демонстрация картинок, деление слова на части, подбор синонимов, выделение отличительных признаков и др.). Развитию культуры речи, может способствовать и работа на уроке, посвященном анализу языка литературного произведения: выделение и интерпретация сравнений, эпитетов, метафор, олицетворений.

Обогащение лексического запаса речи, в свою очередь, способствует, развитию воображения и представлений учащихся. С этой целью разрабатываются студентами с участием руководителя практики специальные учебно-профессиональные задачи: например, представить фронтально, со всем классом несуществующее животное, интерпретировать смысл картинок, завершить неоконченный текст.

Большие возможности для развития творческого воображения предоставляет применение учебно-профессиональных задач на занятиях по изобразительному

искусству, направленных на стимулирование фантазии и творческого мышления учащихся с использованием их композиционных способностей в представлениях об интересных цветовых сочетаниях, различных средствах выразительности.

Основным когнитивным компонентом личности является память. Поэтому очень важно во время практики закрепить знания студентов по диагностике и развитию текстовой смысловой, зрительной, образной видов памяти учащихся. С этой целью планируются разработка соответствующих задач студентами и последующее их решение на уроках, а также изучение практического опыта учителей в этой области педагогики.

При этом совместно с учителями и преподавателями по каждому предмету студенты осмысливают их специфические возможности для диагностики и развития памяти, воображения, представления, творческого мышления учащихся в процессе изучения ими конкретного учебного материала.

Адекватное место по значению для развития профессиональной компетентности будущего учителя отводится в планах уроков, проводимых в школе студентами – практикантами, отводится и проблеме совершенствования коммуникативно-технологического компонента, освоению методик развития культуры общения.

Общение имеет огромное значение для подготовки ребенка к совместному умственному и физическому труду, для всестороннего развития личности. Поэтому очень важным компонентом педагогической компетенции является освоение методики и закрепление навыков обучения школьников приемам вербального и невербального общения. Способность к общению включает в себя: желание вступать в контакт с окружающими («Я хочу!»); умения организовывать общение: слушать собеседника, эмоционально сопереживать, решать конфликтные ситуации («Я умею!»); знание норм и правил, которым необходимо следовать при общении с окружающими («Я знаю!»).

Развитию культуры невербального общения способствует решение практикантом учебно-профессиональных задач: подготовка и проведение занятий «О мимике и жестах в культуре общения разных народов», организация ролевых игр, анализ ситуаций общения, в которых возможны только невербальные средства, интерпретация эмоций радости, удивления, испуга по лицам на фотографиях, конкурсы между учащимися по использованию мимики и жестов в общении «иностранцев» и т.д.

Освоение этого компонента компетентности учителя означает приобретение навыков и умений общения с детьми в формальной и неформальной обстановке, вовлечения их в учебную работу, организацию и управление коллективной деятельностью и поведением школьников. Общение с детьми включает

приветствие, знакомство, размещение учащихся в классе, объявление темы урока, создание благоприятной ситуации для совместной учебной деятельности, организацию игровых моментов для релаксации и привлечения внимания к важным аспектам учебного материала, поддержание хорошей дисциплины в классе во время урока, использование разнообразных средств поощрения для отличившихся учащихся.

При подготовке к урокам с целью реализации коммуникативно-технологического компонента практикант должен освоить информацию о формах, способах и приемах общения с детьми данного возраста, подготовить ситуации игрового общения, релаксации, продумать способы поощрения и другое.

Подготовка практиканта к решению такой учебно-профессиональной задачи как обучение школьников этикету способствует более глубокому освоению педагогической коммуникативно-технологической компетенции и самим студентом, если при подготовке к уроку он изучит методическую литературу и поразмышляет над содержанием и значением для людей правил речевого этикета, необходимостью их соблюдения для психологического здоровья и взаимодействия людей, подберет художественные произведения для использования с этой целью на предстоящем занятии, подготовит тесты-игры для определения знаний правил этикета школьниками, продумает творческие коллективные задания, обсуждение которых в классе вызовет живой интерес детей.

Однако студент - будущий учитель должен хорошо осознавать, что этикет – внешняя форма культуры общения. Его значение в жизни людей повышается, когда он отражает подлинно гуманистические черты взаимоотношений в группе, доминирование в межличностных эмоционально-психологических контактах чувств взаимной благожелательности и уважения к личному достоинству друг друга. Поэтому практикант должен овладеть приемами выявления статуса личности в классе, степени удовлетворенности каждого ребенка его положением в группе. Решение этой учебно-профессиональной задачи предполагает изучение и применение специальных методик, с которыми студент должен ознакомиться перед уроком. В числе таких методик - составление социограмм взаимоотношений в классе, выявление с их помощью лидеров и аутсайдеров; методика выбора действий; методика «К кому бы ты обратился за помощью» в различных видах деятельности (в труде, в учебе, в спорте); методика «Угадай выбор», в которой каждому школьнику предлагается заполнить листок прогноза выборов, кто, по его мнению, может предпочесть его для какого-либо вида деятельности; методика выявления рефератных групп, которая помогает определить наиболее влиятельных людей по отношению к каждому ученику.

Практическое применение методик по диагностике межличностных отношений в классе обеспечивается решением следующих учебно-профессиональных задач при подготовке к уроку. Подготовить проект программы наблюдений за учащимися класса с целью выявления статуса каждого ребенка в структуре межличностных отношений. Подготовить необходимые для диагностических замеров материалы: протоколы наблюдений за учащимися; листочки со списками учеников, цветные карандаши, миллиметровую бумагу, цветные бумажные кружочки, вопросы для выбора и возможные ответы. Внимательно изучить содержание методических разработок к данному занятию. Провести наблюдения за общением детей и сделать аргументированные выводы о положении каждого ребенка в структуре межличностных отношений. Выводы обосновать на базе наблюдаемых фактов. Провести диагностические замеры по методикам: выявление статуса личности (фронтально, письменно); «Выбор действий» (индивидуально; провести испытания для 5 учащихся класса); «К кому бы ты обратился за помощью?» (Провести фронтально, в письменном виде); «Угадай выбор» (испытание проводится с 5 учениками фронтально, письменно); «Выявление референтных групп» (испытания провести индивидуально с 5 учащимися). Обобщить результаты замеров и дать им интерпретацию [4].

По модулю «конативный компонент компетентности учителя» в процессе организации практики предусматривается включение студентами в планы проведения своих уроков учебно-профессиональных задач по овладению приемами укрепления у школьников учебной дисциплины, методами управления классом и организации совместной работы учащихся на уроках, проведения культурно-массовой работы с детьми, использования информационных технологий в учебном процессе, методики аутогенной тренировки для повышения работоспособности и снятия утомления учащихся.

Таким образом, планирование, организация практики студентов в школе и контроль за качеством ее прохождения с учетом решения учебно-профессиональных задач, направленных на развитие педагогической компетентности по ее основным компонентам (когнитивному, коммуникативно-технологическому и конативному) расширяет возможности освоения будущими учителями современных методов повышения эффективности учебно-воспитательного процесса. Этому способствует конкретизация внимания практикантов в процессе подготовки и проведения каждого урока на отдельных образовательных целях: развития памяти и мышления, формирования культуры общения, совместной работы и межличностных отношений учащихся в классе, что, в конечном счете, позволяет практиканту не ограничиваться передачей учебной информации учащимся, а использовать ее разносторонне в образовательно-

воспитательных целях в соответствии с основными компонентами педагогической компетентности.

Литература

1. КОЗЫРЕВА, О.А. Профессиональная педагогическая компетентность учителя: феноменология понятия. В: *Вестник ТГПУ*, № 2(80). Томск, 2009. с. 17 – 23.
2. ДОБУДЬКО, Т.В., БУРЦЕВ, Н.П. Профессиональная компетентность учителя в условиях информатизации образования: структурно-функциональная модель. В: *Теория и практика общественного развития*. 2013, № 8. <http://teoria-practica.ru/ru/> Дата обращения: 15.09.2024.
3. ХУТОРСКОЙ, А.В. *Методика личностно-ориентированного обучения. Как обучить всех по-разному?: пособие для учителей*. М.: Изд-во ВЛАДОС-ПРЕСС, 2005. 383 с.
4. РЕШЕТНИКОВА, П.Е. (ред.) *Организация педагогической практики в начальных классах*. М.: Гуманит. Изд. Центр ВЛАДОС, 2002. 320 с.

**РАЗВИТИЕ ТВОРЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ
МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОЙ
НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЫ**

Лилиана ТОМИЛИНА, к.п.н., доцент

<https://orcid.org/0009-0009-6307-8239>

Кафедра «Педагогики и методики начального образования»,
ГОУ «Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко»

Аннотация. В настоящее время перед современной начальной школой важными становятся вопросы развития творческой личности в процессе обучения и воспитания, формирование установки на творчество, развитие творческих способностей и творческого потенциала у подрастающего поколения. Данная статья посвящена проблеме развития творческих способностей у младших школьников. Рассматриваются теоретико-методологические подходы к развитию творческих способностей у младших школьников в условиях современной начальной школы.

Ключевые слова: творчество, способности, творческие способности, начальная школа, младший школьник.

Abstract. At present, the issues of the development of a creative personality in the process of education and upbringing, the formation of an attitude to creativity, the development of creative abilities and creative potential in the younger generation are becoming important for the modern primary school. This article is devoted to the problem of the development of creative abilities in primary school children. Theoretical and methodological approaches to the development of creative abilities in primary schoolchildren in a modern elementary school are considered.

Keywords: creativity, abilities, creative abilities, primary school, junior schoolboy.

Актуальность исследуемой проблемы. Важной составляющей творческой активности растущего человека является творческие способности. На сегодняшний день развитие творческих способностей учащихся рассматривается как одно из приоритетных направлений в современной педагогике, составляющее основу процесса обучения, с течением времени, не теряющее своей актуальности и требующее постоянного, пристального внимания и дальнейшего развития. Поэтому сегодня в педагогической теории и практике идет интенсивный поиск новых, нестандартных форм, способов и приемов обучения, способствующих развитию творческих способностей младших школьников.

В целостном педагогическом процессе развитие творческих способностей - это необходимое условие всестороннего развития личности. Младший школьный возраст считается наиболее благоприятным и значимым периодом для выявления и развития творческого потенциала личности. В этом возрасте закладываются основы творческой и образовательной траекторий, формируется комплекс нравственных ценностей, качеств, способностей и потребностей личности. Все это

определяет успешность дальнейшего обучения, воспитания и социализации личности.

Материалы и методика исследований. Материалом исследования явились научные труды ученых, посвященные проблеме развития творческих способностей младших школьников. Основной метод исследования – теоретико-методологический анализ.

Результаты исследований и их обсуждение. В психолого-педагогической литературе все чаще встречаются исследования, посвященные проблеме формирования и развития творческих способностей младших школьников.

Прежде чем приступить к рассмотрению понятия «*творческие способности*» необходимо рассмотреть такие понятия как «*творчество*» и «*способности*». Анализ психолого-педагогической литературы по этой проблеме выявил следующие основные направления, которые характеризуют данные понятия.

В научной литературе существуют различные подходы к определению творчества. С.Л. Рубинштейн охарактеризовал творчество как деятельность, создающую что-то новое, оригинальное, что потом входит в историю не только самого творца, но и науки, искусства [1, с.384].

Я.А. Пономарев указывает на то, что творчество «есть необходимое условие для развития материи, образования ее новых форм, вместе с возникновением, которых меняются и сами формы творчества. Творчество человека - лишь одна из таких форм» [2, с.223].

Существует множество различных определений понятия «творчество». Творчество является высшей формой деятельности человека, способствует самосохранению и воспроизведению того, что мы имеем, и является одним из аспектов развития личности.

Творчество подразумевает умения переносить свои знания и опыт на новую ситуацию, видение структуры предмета и иных его функций, умение гибко видоизменять способ действия соответственно выдвинутой задаче. Творчество обогащается и развивается по мере расширения сферы знаний, умений, типов и глубины решаемых проблем и задач.

Л.А. Карпенко определяет творчество как «процесс деятельности индивида по созданию качественно нового, материального и духовного» [3, с.228].

Согласно данному определению у каждого есть свой внутренний потенциал, который способствует в выражении и реализации себя.

Таким образом, рассмотрев различные подходы к понятию «творчество» можно сделать следующие выводы:

- ✓ понятие «творчество» выступает как механизм развития личности;

- ✓ творчество представляет собой любую деятельность индивида, в процессе которой возникают новые и необыкновенные результаты;
- ✓ творчество является одним из способов формирования личности как общественного субъекта;
- ✓ творчество можно определить как деятельность человека, обладающую общественной значимостью, результатом которой являются материальные, духовные и культурные ценности.

Продолжая рассматривать сущность творчества и творческого процесса, рассмотрим такое понятие, как «способности».

Термин «способностей» в психолого-педагогических исследованиях трактуется неоднозначно. Выявление, классификация и диагностика способностей до сих пор является предметом споров и дискуссий среди ученых.

В.Д. Шадриков определяет способности с трех позиций: индивида, субъекта деятельности и личности. «Способности индивида отражают его природную сущность и проявляются как свойства функциональных систем, реализующих познавательные и психомоторные функции психики. На основе способностей индивида формируются способности субъекта деятельности за счет развития интеллектуальных операций (операционных механизмов). А постановка способностей под контроль личностных ценностей и смыслов переводит их в качество способностей личности, обеспечивающих успешность социального познания» [4, с.19].

Исследуя взаимосвязь способностей и задатков, С.Л. Рубинштейн сформулировал методологически значимые принципы: схожие природные различия между людьми являются отличием не в готовых способностях, а именно в задатках; между задатками и способностями существует достаточно большое расстояние, которое человек проходит в течение своего жизненного пути и в процессе развития своей личности. Следующий принцип доказывает, что «органические предпосылки развития способностей человека обуславливают, но не определяют одаренности человека и возможностей его развития» [1, с.641].

Способности возникают на основе задатков, главным признаком задатков в развитии способностей является раннее проявление этой способности.

В структуру способностей входят:

- *Образовательные способности*, связанные с усвоением уже известных способов ведения деятельности, приобретением знаний и умений, а также способностей.
- *Творческие способности* - способность создавать что-то новое и оригинальное, связанные с поиском новых способов осуществления деятельности.

- *Общие умственные способности* - это способности, необходимые для выполнения многих видов деятельности. К ним относятся важность, скорость, последовательность и т.д. В соответствии с общими способностями можно определить интеллектуальное развитие человека.
- *Специальные способности* - это те, которые необходимы для выполнения какой-либо одной деятельности. Это приобретенные навыки в определенных видах деятельности.

По В.Н. Дружинину общие способности делятся на:

- ✓ интеллект - способность к решению;
- ✓ обучаемость - способность к приобретению знаний;
- ✓ креативность – способность к преобразованию знаний [5, с.46].

Творчество младшего школьника – это поиск путей решения задачи, результат которого характеризуется новизной и оригинальностью. Следовательно, творческие способности это - способность удивляться и учиться, находить решение в нестандартных ситуациях, сосредотачиваться на открытии нового и способность к глубокому осознанию своего опыта.

***Творческие способности** - это совокупность индивидуальных черт личности, которые определяют вероятность успешного осуществления того или иного вида творческой деятельности и определяют уровень ее эффективности.* Они не ограничиваются индивидуальными знаниями, навыками и умениями.

Творческие способности проявляются в качестве знаний, уровне развития логического и образного мышления, воображения, самостоятельности и настойчивости в творческом поиске, интересе к творчеству, стремлениях и эмоциональном настрое, обеспечивающих создание чего-то субъективно нового в той или иной области.

Развитие творческих способностей осуществляется в процессе разнообразной творческой деятельности, в которой дети взаимодействуют с окружающей действительностью и с другими людьми.

Для того, чтобы деятельность положительно влияла на развитие творческих способностей, она должна удовлетворять некоторым условиям:

- деятельность должна вызывать положительные эмоции, удовлетворение у ребенка, желание заниматься им без принуждения, по собственной инициативе.
- деятельность ребенка должна быть творческой, для развития способностей необходимо всячески развивать самостоятельное творческое мышление.
- организовать деятельность так, чтобы дети сталкивались с усложняющимися творческими проблемами, заданиями, требующими чуть более развитых способностей, чем те, которыми они обладают сейчас.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что развитие творческих способностей младших школьников должно проходить целенаправленно, с учетом интересов ребенка, а также под контролем родителей и учителя. Только в этом случае, в тесном содружестве всех заинтересованных лиц может развиваться всесторонне развитая творческая личность.

Младший школьный возраст благоприятен для развития творческих способностей, поскольку именно в это время закладываются основы творческой деятельности. У младших школьников появляется ясно выраженное стремление к тому, чтобы занять новое, более взрослое положение в жизни и выполнять новую, важную не только для них самих, но и для окружающих деятельность. Этот возраст характеризуется позицией активной деятельности, любознательностью, постоянными вопросами к взрослым, умением комментировать процессы и последствия собственной деятельности в речи, стойкой мотивацией, хорошо развитым воображением, усидчивостью.

С точки зрения предпосылок для развития творческих способностей младших школьников, рассматривая, анализируя и сравнивая характеристики, можно видеть, что в этом возрасте активно развивается воображение ребенка, которое возникает в процессе игровой деятельности, воображение вступает в сферу образовательной деятельности. Творческое воображение активно развивается в младшем школьном возрасте.

Многие ученые выделяют критерии развития творческих способностей в младшем школьном возрасте, в частности Е.Н. Степанов, предложил в практике обучения и воспитания творческих способностей в школе основываться на следующие критерии:

- чувство новизны;
- направленность на творчество;
- критичность;
- способность преобразовать структуру объекта [6, с.34].

И в качестве показателей предложил:

- развитость чувства прекрасного, стремление реализовать собственные способности;
- наличие положительной самооценки, уверенности в себе и своих возможностях;
- стремление к знаниям;
- обладать способностью к рефлексии, оценке и самооценке.

Во время творческой деятельности детей младшего школьного возраста необходимо ориентироваться на раскрытие их следующих качеств:

- высокие эстетические ценности;
- богатое воображение;
- разнонаправленное мышление, учитывающее многие аспекты задачи;
- способность высказывать оригинальные идеи и изобретать новые;
- восприятие неоднозначности вещей и явлений;
- способность рисковать;
- гибкость в мышлении и действиях;
- скорость мышления;
- развитая интуиция [7, с. 249].

Следует также отметить, что творческая активность активизируется в благоприятной психологической обстановке, сопровождается доброжелательными оценками со стороны педагогов, поощрением оригинальных высказываний. Необходимо находить слова поддержки для новых творческих начинаний, осторожно и умеренно поддерживать стремление ребенка к творчеству.

Таким образом, если мы хотим видеть в детях всесторонне развитых и творчески способных личностей, мы должны уметь понимать их мотивы и потребности и умело направлять процесс их развития. Для этого необходима целенаправленная работа по развитию творческих способностей младших школьников с учетом их возрастных и личностных особенностей.

Каждый ребенок в той или иной степени способен к творчеству, это постоянный естественный спутник формирования личности. Способность к творчеству со временем развивается у ребенка учителями и родителями, это очень тонкая и деликатная область образования. Воспитать ребенка, способного к творчеству, можно только на основе очень глубоких знаний о его индивидуальности, на основе бережного и тактичного отношения к своеобразию этих черт.

Для успешной деятельности и развития творческих способностей в учебно-воспитательном процессе должны быть созданы все необходимые условия. Очень важно не только выявить склонности, но и пробудить интерес у ребенка к творческой деятельности, найти подход и не дать угаснуть этому интересу.

Выводы

На сегодняшний день развитие творческих способностей учащихся рассматривается как один из приоритетных направлений в современной педагогике, составляющее основу процесса обучения, с течением времени, не теряющее своей актуальности и требующее постоянного, пристального внимания и дальнейшего развития. Развитие творческих способностей осуществляется в

процессе разнообразной творческой деятельности, в которой дети взаимодействуют с окружающей действительностью и с другими людьми.

Младший школьный возраст благоприятен для развития творческих способностей, поскольку именно в это время закладываются основы творческой деятельности. У младших школьников появляется ясно выраженное стремление к тому, чтобы занять новое, более взрослое положение в жизни и выполнять новую, важную не только для них самих, но и для окружающих деятельность. Этот возраст характеризуется позицией активной деятельности, любознательностью, постоянными вопросами к взрослым, умением комментировать процессы и последствия собственной деятельности в речи, стойкой мотивацией, хорошо развитым воображением, усидчивостью. Инициативность связана с любознательностью, способностями, пытливостью ума, изобретательностью, способностью к волевой регуляции поведения, умением преодолевать трудности.

Литература

1. РУБИНШТЕЙН, С.Л. *Основы общей психологии* / С.Л. Рубинштейн СПб: Питер, 2012. 720 с.
2. ПОНОМАРЕВ, Я.А. *Психология творчества: школа Я.А. Пономарева* / Под ред. Д.В. Ушакова. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2006. 624 с. (Научные школы ИП РАН)
3. КАРПЕНКО, Л.А. *Краткий психологический словарь* / Л.А. Карпенко. – Москва, Феникс, 2010. 320 с.
4. ШАДРИКОВ, В. Д. Теоретические взгляды на природу способностей // *Системогенез учебной и профессиональной деятельности: материалы II Всерос. науч.-практ. конф.*, 18–19 октября 2005 г. - Ярославль: Изд-во «Канцлер», 2005. - С. 12-19.
5. ДРУЖИНИН, В. Н. *Психология общих способностей: учеб. пособие для бакалавриата, специалитета и магистратуры* / В. Н. Дружинин. - 3-е изд. - М.: Издательство Юрайт, 2019. 350 с. (Серия: Авторский учебник).
6. СТЕПАНОВ, Е.Н. *Воспитательный процесс: изучение эффективности. Методические рекомендации* / Е.Н. Степанова. - М.: ТЦ «Стефа», 2000. 34 с.
7. ДУБРОВИНА, И.В. *Психология* / И.В. Дубровина, А.М. Прихожан. – М.: Академия, 2014. 464 с.

Section II.

**Studying informatics
and information technologies
from the STEAM perspective**

Secția II.

**Studierea informaticii
și tehnologiilor informaționale
din perspectiva STEAM**

CREAREA PRIMULUI PROGRAM LA CALCULATOR A CIRCUITULUI ELECTRIC INTERACTIV PRIN INTERMEDIUL INSTRUMENTULUI ARDUINO

Dorin AFANAS, doctor, conferențiar universitar, UPSC

<https://orcid.org/0000-0001-7758-943X>

Gheorghe DADU, doctorand, AMFA

Tudor TIMERCAN, doctorand, AMFA

Vadim BODEANCIUC, doctorand, AMFA

Rezumat. În prezentul articol vom prezenta cum poate fi creat primul program la calculator a unui circuit electric interactiv prin intermediul instrumentului Arduino. Există un număr imens de proiecte Arduino [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Aceasta se datorează faptului că Arduino este o platformă de prototip electronic cu sursă deschisă. A luat naștere în anul 2005 în cadrul Institutului de proiectare a interacțiunilor (Interaction Design Institute) din Italia. Unul dintre principalii fondatori ai acestui proiect a fost Massimo Banzi.

Cuvinte cheie: arduino, circuit, led, rezistor, codul programului.

Abstract. In this article we will present how the first computer program of an interactive electrical circuit can be created using the Arduino tool. There are a huge number of Arduino projects [1, 2, 3, 4, 5, 6]. This is because Arduino is an open source electronic prototyping platform. It was born in 2005 within the Interaction Design Institute in Italy. One of the main founders of this project was Massimo Banzi.

Keywords: arduino, circuit, led, resistor, program code.

I. Introducere

În cadrul acestui proiect vom realiza un circuit ce conține: fire pentru conexiune; trei rezistoare de 220 Ω ; un rezistor de 10 k Ω ; un buton (întrerupător); două LED-uri roșii; un LED verde. La finele acestei activități vom cunoaște cum putem crea un program simplu pentru circuitul construit. Obiectivele acestei activități sunt:

- conștientizarea intrărilor digitale;
- conștientizarea ieșirilor digitale;
- formarea competenței de a construi un circuit electric;
- conștientizarea tipurilor de prezentare ale circuitelor electrice;
- conștientizarea necesității reprezentării circuitelor electrice prin două moduri;
- conștientizarea instrucțiunilor utilizate;
- conștientizarea variabilelor utilizate;
- formarea competenței de a crea programul la calculator aferent circuitului electric construit.

II. Noțiuni preliminare

În acest proiect, vom construi ceva care mai mult se poate asemăna cu o interfață a navei spațiale dintr-un film științifico-fantastic din anii 1970. Vom construi un circuit cu

mai multe LED-uri care luminează atunci când apăsăm pe un comutator. Un LED verde va fi aprins, până când apăsăm un buton. Când Arduino primește un semnal de la buton, lumina verde se va stinge și alte 2 lumini roșii vor începe să clipească.

Pinii digitali Arduino pot citi doar două stări, atunci când există tensiune pe un pin de intrare și când nu există. Acest tip de intrare este numit în mod normal digital (sau uneori binar, pentru două stări). Aceste stări sunt denumite în mod obișnuit HIGH și LOW. HIGH este același lucru dacă am spune „există tensiune aici” și LOW înseamnă că nu există tensiune pe acest pin. Când utilizăm un pin OUTPUT HIGH vom folosi o comandă numită **digitalWrite()** pentru a-l porni. Valoarea tensiunii dintre pin și masă este de 5 V. Când dorim să oprim un pin OUTPUT folosim comanda LOW. Pinii digitali Arduino pot acționa atât ca intrări, cât și ca ieșiri în codul creat la calculator. Vom putea configura pinii în funcție de ceea ce dorim să obținem. Când pinii sunt ieșiri, putem porni componente precum LED-uri. Dacă configurăm pinii ca intrări, atunci putem verifica dacă un comutator este sau nu apăsat. Deoarece pinii 0 și 1 sunt utilizați pentru comunicarea cu computerul, se recomandă de început cu pinul 2.

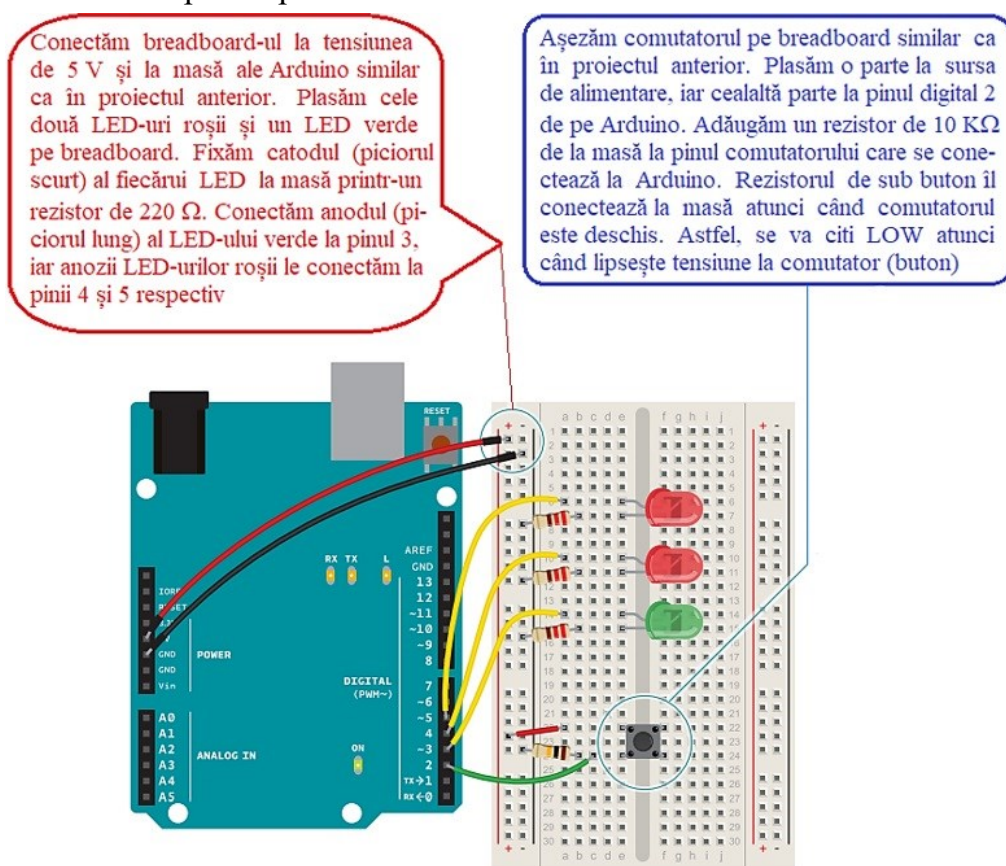


Figura 1. Configurația circuitului

III. Prezentarea circuitului

Ilustrația circuitului este prezentată în figura 1, iar prezentarea schematică a circuitului este redată în figura 2.

Putem acoperi breadboard-ul sau îl putem decora pentru a crea propriul sistem de lansare (fig. 3). Luminile aprinse și oprite nu înseamnă nimic de la sine, dar când le amplasăm într-un panou de control și le dăm etichete, ele capătă sens. Ce dorim să indice LED-ul verde ? Ce înseamnă LED-urile roșii intermitente ? Aici noi decidem!

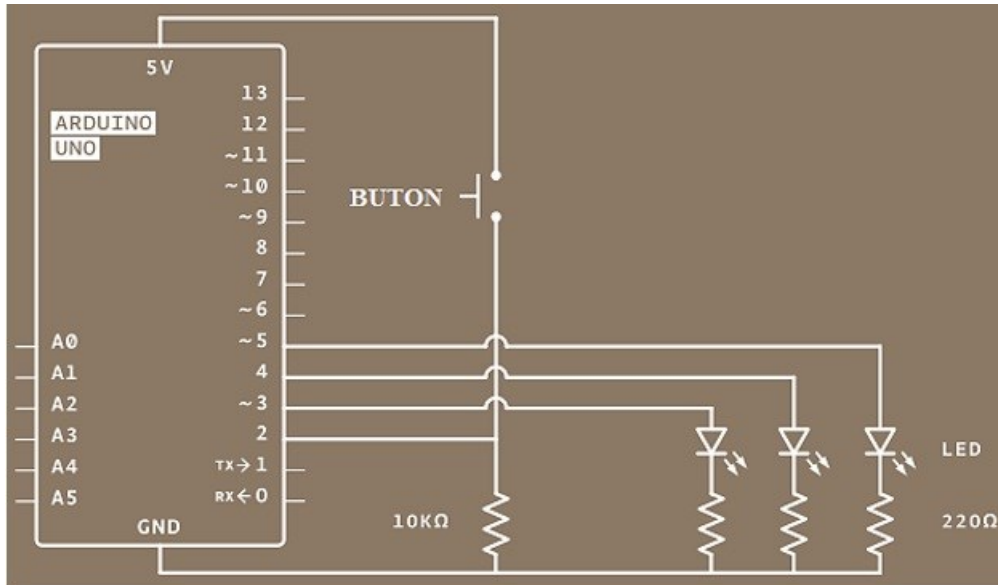
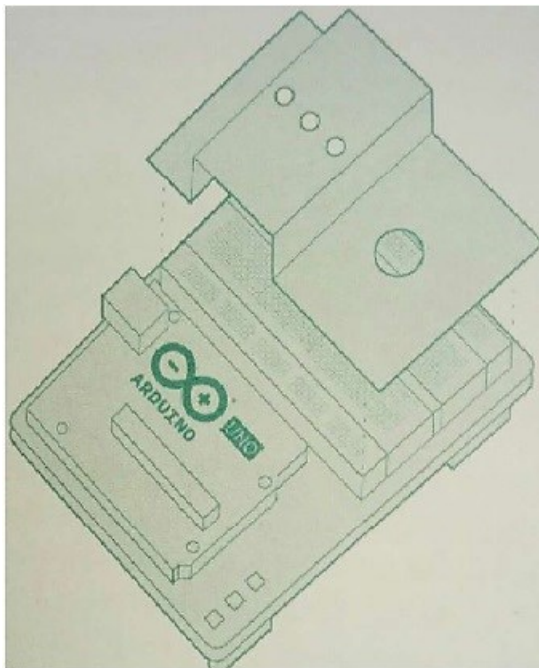
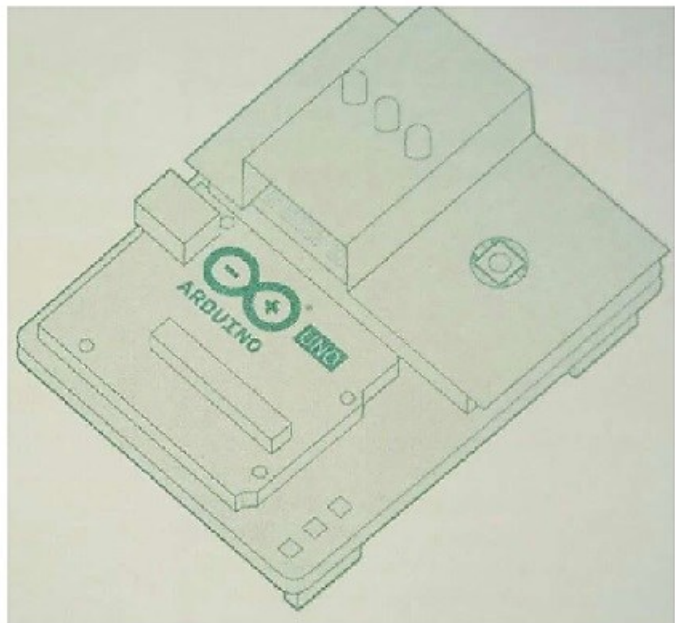


Figura 2. Prezentarea schematică a circuitului



1. Pliati hârtia pre-tăiată așa cum este arătat



2. Așezăm pliatură peste breadboard. Led-urile și butonul vor ajuta la menținerea pliaturii în poziția dorită

Figura 3. Sistem propriu de lansare

IV. Codul programului

Fiecare schiță (sketch) Arduino are două funcții principale. Funcțiile sunt părți ale unui program de computer care rulează comenzi specifice. Funcțiile au nume unice și sunt "numite" când este nevoie. Funcțiile necesare dintr-o schiță (sketch) Arduino se numesc `setup()` și `loop()`. Aceste funcții trebuie declarate, ceea ce înseamnă că trebuie să-i

indicăm lui Arduino ce vor face cu ele. Operatorii `setup()` și `loop()` sunt declarați așa cum este indicat mai jos:

```
void setup() {  
}  
  
void loop() {  
}
```

Orice cod pe care îl scriem în parantezele figurate (acolade) va fi executat atunci când funcția este apelată.

În acest program, vom crea o variabilă înainte de a intra în partea principală a lui. Variabilele sunt nume pe care le vom da locurilor din memoria Arduino, astfel încât să putem urmări ceea ce se întâmplă. Aceste valori se pot schimba în funcție de instrucțiunile programului creat. Numele variabilelor ar trebui să fie descriptive indiferent de valoarea pe care o stochează. De exemplu, o variabilă numită `switchState` va spune ce stochează: starea unui `switch`. Pe de altă parte, variabila numită "x" nu va spune prea multe despre ce stochează.

Pentru a crea o variabilă, trebuie să declarăm tipul ei. Tipul de date `int` va conține un număr întreg (numit și întreg). Când declarăm o variabilă, de obicei îi acordăm și o valoare inițială. Declarația variabilei ca fiecare instrucțiune trebuie să se încheie cu punct și virgulă (;) așa cum este prezentat mai jos:

```
1 int switchState = 0;
```

Operatorul `setup()` rulează o dată, când Arduino este pornit pentru prima oară. Aici configurăm pinii digitali pentru a fi intrări sau ieșiri utilizând o funcție numită `pinMode()`. Pinii conectați la LED-uri vor fi ieșiri (OUTPUTS), iar pinul de comutare va fi intrare (INPUT). Trebuie să acordăm o atenție deosebită literelor majuscule și celor minuscule din codul nostru. De exemplu, `pinMode()` este numele unei comenzi, iar `pinmode()` va genera o eroare. Astfel, codul în continuare va fi:

```
2 void setup() {  
3   pinMode(3, OUTPUT);  
4   pinMode(4, OUTPUT);  
5   pinMode(5, OUTPUT);  
6   pinMode(2, INPUT);  
7 }
```

Operatorul `loop()` rulează continuu după finalizarea configurării `setup()`. Operatorul `loop()` este locul în care vom verifica tensiunea la intrări și vom activa/dezactiva ieșirile. Pentru a verifica nivelul de tensiune pe o intrare digitală, vom utiliza funcția `digitalRead()` care verifică tensiunea pin-ului ales. Pentru a cunoaște ce pin să verificăm, funcției `digitalRead()` îi atribuim în mod obligatoriu un argument. Argumentele sunt informații pe care le transmitem funcțiilor, spunându-le cum ar trebui să funcționeze. De exemplu, `digitalRead()` are nevoie de un argument: ce pin trebuie să verifice. În

programul nostru `digitalRead()` va verifica starea pin-ului 2 și se va stoca valoarea în variabila `switchState`. Dacă există tensiune pe pin când se apelează `digitalRead()`, variabila `switchState` va obține valoarea HIGH (sau 1). Dacă nu există tensiune pe pin, `switchState` va obține valoarea LOW (sau 0).

Dacă vom dori să includem careva comentarii în limbajul natural în programul nostru, atunci o putem realiza. Comentariile sunt note pe care le lăsăm pentru noi și pe care computerul le ignoră. Pentru a scrie un comentariu, este suficient să adăugăm două bare oblice `//`. Computerul va ignora orice inscripție după cele două bare oblice și programul în continuare poate fi:

```
8 void loop() {
9   switchState = digitalRead (2);
10  // acesta este un comentariu
```

Vom folosi cuvântul ”if” pentru a verifica starea căruiva dispozitiv (de exemplu, poziția butonului (comutatorului)). O afirmație `if ()` din programare compară două lucruri și determină dacă comparația este adevărată sau falsă. Apoi efectuează acțiunile pe care i le-am spus să le facă. Când comparăm două lucruri în programare, utilizăm două semne egale ”==”. Dacă utilizăm un singur semn, atunci vom seta o valoare în loc să o comparăm. Pașii 11 și 12 ai codului sunt arătați mai jos:

```
11 if (switchState == LOW) {
12  // butonul nu este apăsat
```

Uneori, poate fi util să scriem fluxul programului în pseudocod: un mod de a descrie ceea ce dorim să facă programul într-un limbaj simplu, dar structurat într-un mod care face mai ușoară scrierea unui program real din acesta. În asemenea cazuri vom determina dacă `switchState` este HIGH (adică butonul este apăsat) sau nu. Dacă comutatorul este apăsat, vom opri LED-ul verde și cel roșu aprins. În pseudocod, declarația ar putea arăta astfel: dacă `switchState` este LOW: porniți LED-ul verde, dezactivați LED-urile roșii dacă `switchState` este HIGH: opriți LED-ul verde, activați LED-urile roșii, etc.

Comanda `digitalWrite()` ne permite să trimitem 5V sau 0V la un pin de ieșire. Această comandă poate lua două argumente: ce pin să controlăm și ce valoare să setăm acelui pin: HIGH sau LOW. Dacă dorim să pornim LED-urile roșii și LED-ul verde în interiorul declarației `if ()`, atunci codul ar arăta astfel:

```
13 digitalWrite(3, HIGH); // LED-ul verde
14 digitalWrite(4, LOW); // LED-ul roșu
15 digitalWrite(5, LOW); // LED-ul roșu
16 }
```

După ce am scris codul pentru Arduino când comutatorul (butonul) este deschis, vom defini ce se întâmplă când comutatorul este închis. Instrucțiunea `if ()` are o componentă opțională `else` care permite să se întâmple ceva dacă condiția inițială nu este îndeplinită. În acest caz, după ce am verificat dacă comutatorul a fost LOW, scriem codul pentru

condiția HIGH după instrucțiunea **else**. Pentru ca LED-urile roșii să clipească când butonul este apăsat, va trebui să oprim și să aprindem luminile în declarația **else**. Pentru a realiza acest lucru, vom schimba codul pentru a arăta astfel:

```
17 else { // butonul este apăsat
18   digitalWrite(3, LOW);
19   digitalWrite(4, LOW);
20   digitalWrite(5, HIGH);
```

Dacă rulăm programul acum, atunci luminile se vor schimba când apăsăm butonul (comutatorul). Pentru o ieșire mai interesantă se recomandă de adăugat ceva mai multă complexitate programului.

După ce am setat LED-urile într-o anumită stare, vom dori ca Arduino să se întrerupă pe un moment, înainte de a le schimba înapoi. Dacă nu facem schimbări în cod (nu dorim să așteptăm), luminile se vor aprinde și se vor stinge atât de repede încât ochiul nostru va sesiza numai niște lumini puțin slabe, dar nu aprinse și oprite. Acest lucru se datorează faptului că Arduino trece prin `loop()` de mii de ori în fiecare secundă, iar LED-ul va fi aprins și oprit mai repede decât putem percepe. Funcția `delay()` ne permite să oprim Arduino de la executarea unei comenzi pentru o perioadă de timp. Funcția `delay()` ia un argument care determină numărul de milisecunde înainte de a executa următorul set de cod. Se cunoaște că o secundă conține 1000 de milisecunde. Prin urmare, dacă scriem `delay(250)`, atunci vom avea o întârziere de un sfert de secundă, adică pentru a se executa următorul set de cod va trebui să așteptăm un sfert de secundă. Codul va arăta astfel:

```
21 delay(250); // așteptăm un sfert de secundă
22 // comutăm LED-urile
23 digitalWrite(4, HIGH);
24 digitalWrite(5, LOW);
25 delay(250); // așteptăm un sfert de
    secundă
26 }
27 } // revenim la începutul buclei (loop)
```

Dacă rulăm acum programul, atunci LED-urile roșii vor clipi când butonul va fi apăsat.

Odată ce Arduino este programat, ar trebui să vedem lumina verde aprinsă. Când apăsăm comutatorul, luminile roșii vor începe să clipească, iar lumina verde se va stinge. Încercăm să modificăm timpul celor două funcții `delay()` și realizăm observări ce se întâmplă cu luminile și cum se schimbă răspunsul sistemului în funcție de viteza intermitentă. Când apelăm `delay()` (întârziere) în programul nostru, acesta oprește toate celelalte funcționalități. Nici o citire a senzorului nu va avea loc până când nu va trece perioada respectivă. Deși întârzierile sunt deseori utile, se recomandă ca atunci când vom crea propriile proiecte să ne asigurăm dacă acestea nu interferează inutil cu interfața noastră.

În continuare pot fi realizate activități care pot răspunde la întrebările:

- Cum am face ca LED-urile roșii să clipească când începe programul ?
- Cum am putea face o interfață mai mare sau mai complexă pentru proiectul nostru cu LED-uri și comutatoare ?

Se recomandă să luăm în considerație așteptările cursanților, atunci când începem să creăm o interfață pentru proiectul dorit:

- Când vor apăsa un buton, vor dori feedback imediat sau nu ?
- Ar trebui să existe o întârziere între acțiunea lor și ceea ce face Arduino ? Încercați și plasați-vă în locul altui utilizator în timp ce proiectați și vedeți dacă așteptările cadrului didactic se potrivesc cu realitatea proiectului creat.

Concluzii

Intenția proiectului Arduino constă în reducerea pragului pentru studenții din cadrul AMFA să creeze lucrări interactive. Pe lângă costul redus se ia în considerație și dificultatea învățării, adică proiectul dat nu necesită mari investiții financiare și nu necesită cunoștințe profunde de programare pentru crearea diferitor lucrări în funcție de creativitatea studenților.

Pentru beneficiul și în folosul mai multor entuziaști proiectul Arduino respectă acordul de hardware open source, adică oricine are acces la desenele de proiectare ale plăcii de circuit hardware Arduino și la codul programului.

Arduino nu numai că simplifică procesul de lucru cu un microcontroler, ci oferă cadrelor didactice, studenților și pasionaților avantaje și caracteristici pe care alte sisteme pur și simplu nu le posedă.

Articol realizat de către membrii laboratorului Dispozitive electrice și electronice, Catedra Comunicații și Informatică, Academia Militară a Forțelor Armate "Alexandru cel Bun" în cadrul proiectului instituțional.

Bibliografie

1. AFANAS, D., DADU, Gh., TIMERCAN, F., BODEANCIUC, V. Temperature measurement via Arduino tool. In: *Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale, (concept STEAM).*, Ed. Ediția a 3-a, 27-28 octombrie 2023. Chișinău: CEP UPSC, 2023. pp. 203-211. ISBN 978-9975-46-813-8. DOI: <https://doi.org/10.46727/c.steam-2023.p203-211>
2. AFANAS, D. Programarea servomotorului și sugestii de utilizare. In: *Conference on Applied and Industrial Mathematics: CAIM 2022*, Ed. 29, 25-27 august 2022. Chișinău, Republica Moldova: Bons Offices, 2022. pp. 44-50. ISBN 978-9975-76-401-8.

3. AFANAS, D., GUȚULEAC, L., BARDARI, L. Activități de laborator la fizică și informatică în concept STEAM. În: *Materialele Conferinței științifice internaționale "Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale, (Concept STEAM)"*, 29 – 30 octombrie 2021. Volumul II: Abordări inter/transdisciplinare în procesul de predare-învățare a fizicii și științelor tehnice (concept STEAM) & Integrarea STEAM în procesul de studiere a biologiei, chimiei și geografiei. ISBN 978-9975-76-358-5. pp. 8 – 14.
4. BUREAU, U. S. of Naval Personnel. *Basic Machines and How They Work*. New York: Dover Publications, 1971.
5. MACAULAY, D. *The Way Things Work*. Boston: Houghton Mifflin, 1988.
6. KAMM, L. J. *Designing Cost-Efficient Mechanisms: Minimum Constraint Design, Designing with Commercial Components, and Topics in Design Engineering*. New York: McGraw-Hill, 1990. Also published in paperback by the Society of Automotive Engineers, Inc., 1993.

CRIPTOGRAFIA VIZUALĂ

Ilie AXENTI, student

Facultatea Electronică și Telecomunicații, Universitatea Tehnică a Moldovei

Olga CERBU, doctor, conferențiar universitar, USM

<https://orcid.org/0000-0002-6278-7115>

Rezumat. Criptografia vizuală (VC) este o metodologie criptografică care permite criptarea informațiilor vizuale, de exemplu, text, imagini etc., astfel încât decriptarea să poată fi efectuată de cadrul vizual uman, fără asistența computerelor. Scopul acestui studiu este de a oferi cititorilor un aspect al primei metode de criptografie vizuală, împreună cu diferitele metode dezvoltate și propuse din când în când. Această lucrare oferă, de asemenea, un studiu al aplicațiilor care se bazează pe conceptul de Criptografie vizuală.

Cuvinte cheie: Criptografia vizuală (VC), securitate, criptare imagini, decriptare imagini.

Summary. Visual Cryptography (VC) is a cryptographic methodology that enables the encryption of visual information, such as text, images, etc., so that decryption can be performed by the human visual system without the assistance of computers. The purpose of this study is to provide readers with an overview of the first method of visual cryptography, along with various methods developed and proposed over time. This paper also offers a study of applications based on the concept of Visual Cryptography.

Keywords: Visual Cryptography (VC), security, image encryption, image decryption.

Introducere

Odată cu utilizarea actuală în avans a Internetului, oamenii transmit și primesc diverse documente, unele dintre aceste documente sunt private, cum ar fi documente financiare, imagini confidențiale, etc. și, prin urmare, secretul acestora trebuie păstrat de către entitățile autentificate. Securitatea trebuie luată în considerare deoarece intrușii pot intercepta rețeaua și pot obține aceste documente fără notificarea utilizatorilor. Din când în când în literatura de specialitate au fost propuse diverse tehnici de protejare a datelor, cum ar fi criptografia, steganografia și altele.

Criptografia vizuală este una dintre metodologiile criptografice care permite ca informațiile vizuale, de exemplu, textul, imaginile să fie criptate într-un mod în care decriptarea poate fi efectuată de cadrul vizual uman, fără asistența PC-urilor.

Tehnica criptografiei vizuale a fost introdusă pentru prima dată de Noar și Shamir în 1994[1]. Această tehnică a funcționat pentru imagini binare. Scopul acestui studiu este de a oferi cititorilor un aspect al primei metode de criptografie vizuală, împreună cu diferitele metode dezvoltate și propuse din când în când. Această lucrare oferă, de asemenea, un studiu al aplicațiilor care se bazează pe conceptul de Criptografie vizuală.

Criptografie vizuală tradițională

Criptografia vizuală a fost inventată inițial de Moni Noar și Adi Shamir în 1994 la Conferința Eurocrypt [1]. Această implementare presupune că o imagine sau un mesaj este

o colecție de pixeli alb-negru. Partajările sau foliile transparente au fost create din mesajul original folosind un tabel de codificare predeterminat. Schemele au fost (k,n) sau (n,n) . Schema (k,n) înseamnă că cel puțin k acțiuni din n acțiuni sunt necesare pentru a decripta secretul. Schema (n,n) înseamnă că toate acțiunile sunt necesare pentru a decripta secretul. Pentru a decripta secretul, acțiunile au fost stivuite și a fost efectuată operația SAU. Un exemplu de astfel de tabel de codificare este prezentat mai jos în Fig.1(a), împreună cu rezultatele schemei din Fig.1(b)

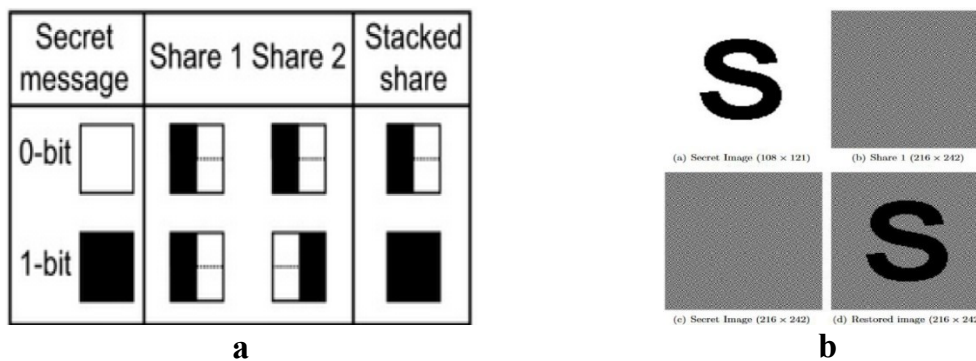


Figura 1. Schemă de VC (a) și rezultatul ei (b)

Criptografie vizuală invariabilă de dimensiune

Schemele tradiționale de criptare vizuală folosesc extinderea pixelilor. Un pixel este împărțit în 4 subpixeli, prin urmare dimensiunea acțiunilor imaginii se dublează, așa cum se poate vedea și în figura 1(b). Autorul Ito [3] a propus o tehnică VC în 1999 numită criptografia vizuală invariantă de dimensiune. Această tehnică a fost construită peste tehnica originală VC[1], dar dimensiunea cotei a fost egală cu dimensiunea imaginii originale. Această tehnică a fost dezvoltată atât pentru schemele (k,n) cât și pentru schemele (n,n) . Fig.2 prezintă un exemplu de schemă $(2,2)$ de criptografie vizuală invariabilă de dimensiune:

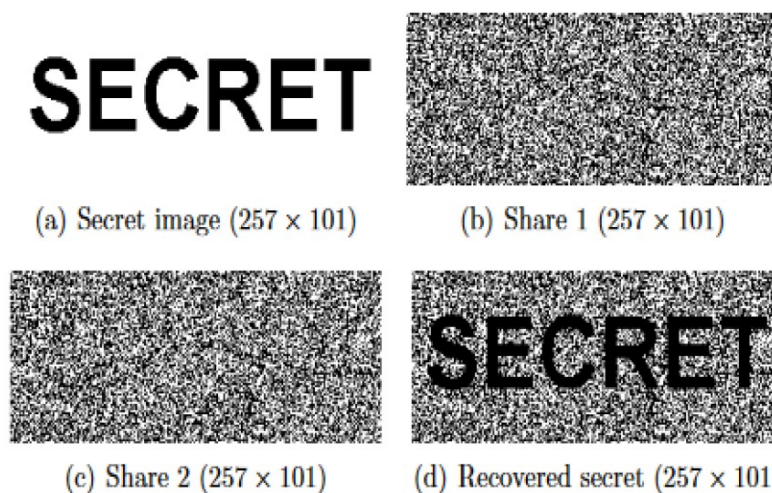


Figura 2. Criptografie vizuală invariabilă de dimensiune

Criptografie vizuală extinsă

Extended VC duce mai departe ideea criptografiei vizuale prin crearea de partajări care sunt semnificative pentru oricine le vede. Acest lucru ajută la atenuarea suspiciunii că

a avut loc orice criptare și, de asemenea, prezintă acțiuni plăcute din punct de vedere vizual care încorporează toate caracteristicile menționate anterior ale VC [2]. Fig.3 prezintă un exemplu de Criptografie vizuală extinsă. Două acțiuni semnificative sunt generate din două imagini de bază, iar secretul este ascuns între fiecare dintre aceste acțiuni. După stivuirea acțiunilor, secretul este complet recuperat și informațiile semnificative despre acțiuni sunt complet dispărute.

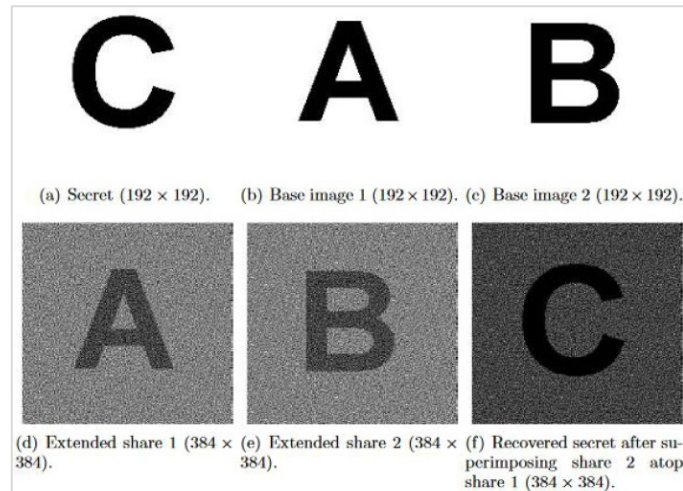


Figura 3. Criptografie vizuală invariabilă de dimensiune

Criptografie vizuală dinamică

Se referă la conceptul de a ascunde două sau mai multe secrete folosind două sau mai multe acțiuni. Avantajul unei astfel de scheme este că în aceeași dimensiune și număr de acțiuni ca și în tehnicile anterioare, acum putem ascunde mult mai multe secrete. Problema de partajare a secretelor multiple a fost examinată inițial de Wu și Chen [4]. Ei au inclus două secrete în două seturi de acțiuni S1 și S2. Secretul este dezvăluit atunci când S1 și S2 sunt suprapuse. Al doilea devine disponibil atunci când S1 este rotit în sens invers acelor de ceasornic cu 90 și este suprapus pe S2. Datorită naturii unghiurilor necesare pentru dezvăluirea secretelor (90 sau 180 sau 270) și a faptului că această schemă nu poate împărtăși decât, cel mult, două secrete, devine evident că a fost destul de limitată în utilizarea sa. Alți cercetători au propus, de asemenea, astfel de scheme [2, 4]. Fig.4 prezintă un exemplu de criptografie vizuală dinamică.

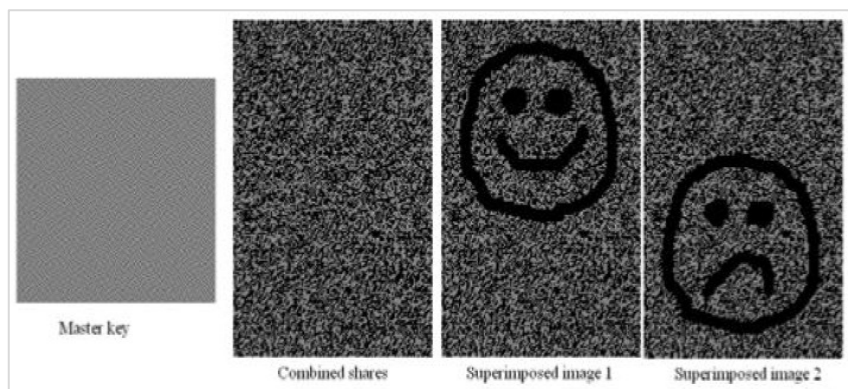


Figura 4. Criptografia vizuală în contrast comun

Aplicații practice ale criptografiei vizuale

Criptografia vizuală (VC) a devenit o tehnică criptografică fascinantă, care utilizează capacitatea de procesare vizuală a ochiului uman pentru a decripta informațiile ascunse. Spre deosebire de metodele tradiționale de criptare, care se bazează pe algoritmi complecși și necesită resurse computaționale pentru decriptare, criptografia vizuală permite dezvăluirea datelor criptate doar prin alinierea corectă a mai multor „share”-uri vizuale. Această caracteristică unică face ca VC să fie extrem de atractivă în scenariile unde utilizarea tehnologiei este limitată sau nefezabilă.

Una dintre cele mai comune aplicații ale criptografiei vizuale este în domeniul securității datelor confidențiale. Într-un mediu digital din ce în ce mai vulnerabil la atacuri cibernetice, VC poate asigura securitatea informațiilor sensibile, cum ar fi parolele sau codurile de autentificare. Aceste informații pot fi împărțite în mai multe fragmente vizuale, fiecare inutilizabil în mod independent, dar care, atunci când sunt suprapuse corect, permit accesul la datele originale fără utilizarea calculatoarelor.

Un alt domeniu de aplicare a criptografiei vizuale este autentificarea de documente sau semnături. În acest caz, VC poate fi utilizată pentru a genera un șablon vizual ascuns care să fie verificat doar printr-un mecanism de potrivire vizuală. Această metodă poate preveni falsificarea sau alterarea documentelor importante și poate fi utilizată în sectoare precum cel bancar, juridic sau guvernamental.

Criptografia vizuală își găsește, de asemenea, aplicabilitate în crearea sistemelor de vot electronic. În astfel de sisteme, voturile pot fi codificate în imagini vizuale, împărțite în mai multe share-uri, fiecare distribuit la entități independente. Numai prin combinarea corectă a tuturor share-urilor se poate dezvălui votul final, garantând anonimatul și securitatea procesului electoral.

Pe lângă aplicațiile de securitate, VC poate fi utilizată și în domeniul divertismentului și al marketingului, unde tehnici de ascundere a imaginii pot fi implementate pentru a crea promoții interactive sau conținut exclusiv accesibil doar prin procese vizuale de decriptare. Aceasta adaugă o componentă de mister și atractivitate pentru utilizatori, sporind implicarea lor.

Concluzii

Criptografia vizuală reprezintă o tehnică inovatoare de protejare a informațiilor vizuale, prin care decriptarea acestora se realizează fără ajutorul calculatoarelor, doar prin intermediul percepției vizuale umane. Aceasta a evoluat semnificativ de la introducerea sa în 1994 de către Naor și Shamir, fiind dezvoltată ulterior în diverse forme, de la criptografia tradițională bazată pe pixeli alb-negru, la tehnici avansate cum ar fi criptografia vizuală color și progresivă.

Utilizarea acestei tehnologii este vastă, incluzând sisteme de autentificare securizată, prevenirea atacurilor de tip phishing și chiar securizarea procesului de vot electronic. Prin adaptarea la nevoile actuale de securitate și eficiență, criptografia vizuală devine o soluție valoroasă în protecția datelor confidențiale, integrând în mod eficient securitatea vizuală și ușurința de utilizare.

Bibliografie

1. NAOR, M., SHAMIR, A. Visual cryptography. In: *Proceedings of the Advances in Cryptology—EUROCRYPT'94, Lecture Notes in Computer Science (Volume 950)*, pp. 1-12. <http://dx.doi.org/10.1007/bfb0053419>.
2. WEIR, J., YAN, WQ. *Visual Cryptography and Its Applications*. Ventus Publishing ApS, 2012. ISBN 978-87-403-0126-7.
3. POOR, H. *An Introduction to Signal Detection and Estimation*. New York: Springer-Verlag, 1985. ch. 4.
4. RYO, I., HIDENOIR, K., HATSUKAZU, T. Image size invariant visual cryptography. In: *IEICE Transactions*, E82-A(10): pp. 2172 – 2177, October 1999.
5. ATENIESE, G., BLUNDO, C., de SANTIS, A., STINSON, D. R. Extended schemes for visual cryptography. In: *Theoretical Computer Science*, 250: pp. 1–16, June 1996.

DIN EXPERIENȚA DE CONSTRUIRE A GRAFICELOR DE FUNCȚII ÎN PACHETUL SCILAB DINTR-O PERSPECTIVĂ STEAM

Violeta BOGDANOVA, doctor, lector universitar

<https://orcid.org/0000-0003-4140-6317>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău

Tetiana FILATOVA, lector universitar

<https://orcid.org/0000-0001-9373-4756>

Universitatea Națională „Politehnica Odessa”, Odessa, Ucraina

Rezumat. Trasarea graficelor de funcții este adesea folosită în probleme din fizică, chimie, economie și alte discipline. Pachetul gratuit Scilab conține instrumente vizuale pentru reprezentarea analitică și grafică a funcțiilor. Articolul descrie procesul de construire a graficelor de funcții în pachetul Scilab.

Cuvinte cheie: Scilab, concept STEAM, grafice de funcții, tehnologii informaționale.

Summary. Plotting graphs of functions is often used in problems in physics, chemistry, economics, and other disciplines. The free Scilab package contains visual tools for analytical and graphical representation of functions. The article describes the process of constructing graphs of functions in the Scilab package.

Keywords: Scilab, STEAM concept, function graphs, information technologies.

Introducere

Trasarea graficelor de funcții este adesea folosită în probleme din fizică, chimie, economie și alte discipline. Pachetul gratuit Scilab conține instrumente vizuale pentru reprezentarea analitică și grafică a funcțiilor. Articolul descrie procesul de construire a graficelor de funcții în pachetul Scilab.

Scilab este un pachet de programe matematice aplicate pentru inginerie (tehnică) și calcule științifice. Scilab este numit un analog liber al Matlab. Scilab utilizează funcții matematice încorporate și personalizate, și este posibil să adăugați altele noi scrise în diferite limbi (C, C++, Fortran etc.). Pachetul include instrumente precum grafică 2D și 3D, animație, algebră liniară și lucru cu matrici, modelare de simulare, procesare a semnalului, optimizare, statistici, algebră computerizată, interfață cu Fortran, Tcl/Tk, C, C++, Java, LabVIEW și multe altele mai mult [1].

Scilab are încorporat un limbaj de programare similar cu limbajul pachetului Matlab.

O caracteristică specială a pachetului Scilab este interfața sa intuitivă și dimensiunea mică de distribuție. Toate acestea permit ca acest program să fie utilizat de utilizatorii non-programatori.

Gradul de cunoaștere a problemei. În Republica Moldova au fost publicate 2 articole științifice despre utilizarea pachetului Scilab în modelarea sistemelor fizice [2,3].

Articolul discută studiul posibilităților de construire a graficelor în mediul Scilab din perspectiva STEAM. Scopul acestui articol este de a prezenta posibilitățile de construire a graficelor de funcții în mediul Scilab din perspectiva STEAM. Pentru atingerea scopului, au fost rezolvate următoarele sarcini:

- 1) este descrisă o metodă pentru construirea unui grafic de funcții în mediul Scilab;
- 2) sunt prezentate câteva exemple de construire a graficelor de funcții în mediul Scilab în sisteme de coordonate carteziane și polare.

Metode și materiale aplicate

În cadrul activităților proiectului în timpul studierii disciplinei „Tehnologii informaționale”, au fost elaborate instrucțiuni pentru crearea graficelor în mediul Scilab. Să ne uităm la câteva grafice.

Exemplul 1: Trasarea unui grafic $r=3*\sin(50*t/8)$ într-un sistem de coordonate polare folosind comanda *polarplot(t,r)*:

- 1) lansați fereastra Scilab;
- 2) în linia de invitație setați intervalul de la -25 la 25 în trepte de 0,1:

$$t=[-25:0.1:25];$$

Punctul și virgulă de la sfârșitul comenzii este necesar pentru a se asigura că rezultatul nu este imprimat pe ecran.

- 3) setam parametrul r

$$r=3*\sin(50*t/8);$$

- 4) să curățăm fereastra grafică pentru că în Scilab, fiecare grafic următor este reprezentat în aceeași fereastră ca și cea precedentă:

$$clf;$$

- 5) să construim un grafic în sistemul de coordonate polare cu unghi t și rază r , pentru asta scriem comanda:

$$polarplot(t,r)$$

- 6) pe ecran va fi afișată o fereastră grafică (Figura 1).

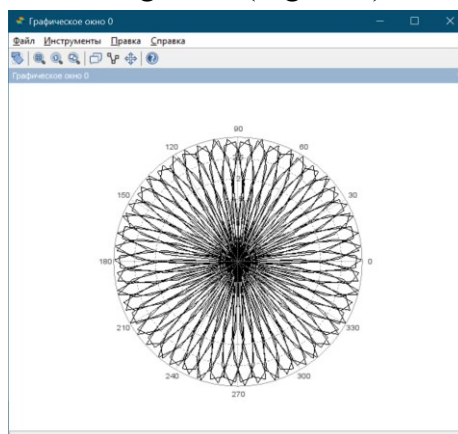


Figura 1. Graficul funcției $r=3*\sin(50*t/8)$ în sistemul de coordonate polare

Dezvoltarea sarcinii. Invitați elevii să-și creeze propriile imagini schimbând raza și unghiul (Figura 2).

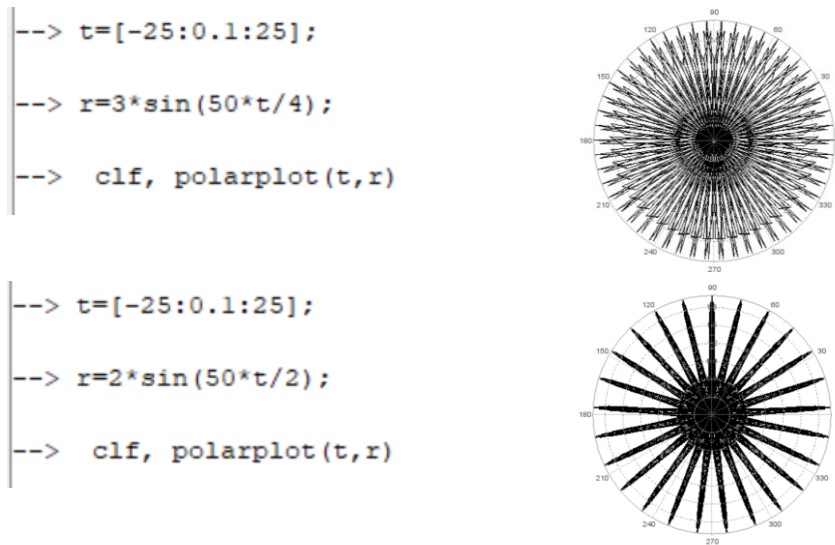


Figura 2. Exemple de modificare a unor parametri de funcție în sistemul de coordonate polare

Exemplul 2. Să trasăm graficul funcției $y=\sin(2x)$ pe intervalul de la -3π la 3π într-un sistem de coordonate carteziane folosind comanda $plot(t,r)$.

- 1) în linia de invitație, setați intervalul de la -3π la 3π în trepte de 0,1:

$$x=[-3*\%pi:0.1:3*\%pi];$$

- 2) să setăm valorile funcției y cu vectorul x generat: $y=\sin(2*x)$;
- 3) să curățăm fereastra grafică: clf ;
- 4) să construim un grafic în sistemul de coordonate carteziane: $plot(x,y)$
- 5) pe ecran va fi afișată o fereastră grafică, prezentată în Figura 3.

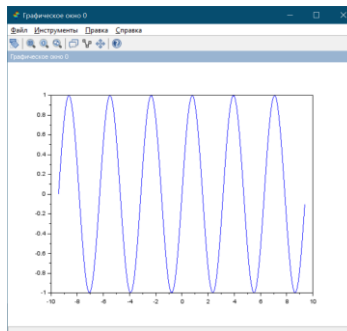


Figura 3. Graficul funcției $y=\sin(2x)$ în sistemul de coordonate carteziane

Exemplul 3. Să trasăm graficul funcției $y=\sin(x)$ pe intervalul de la -2π la 2π într-un sistem de coordonate carteziane folosind comanda $plot2d3(x,y)$.

- 1) în linia de invitație, setați intervalul de la -2π la 2π în trepte de 0,1.

$$x=[-2*\%pi:0.1:2*\%pi];$$

- 2) să setăm valorile funcției y cu vectorul x generat: $y=\sin(2*x)$;
- 3) să curățăm fereastra grafică: clf ;
- 4) să construim un grafic în sistemul de coordonate carteziane: $plot2d3(x,y)$

5) pe ecran va fi afișată o fereastră grafică, prezentată în Figura 4.

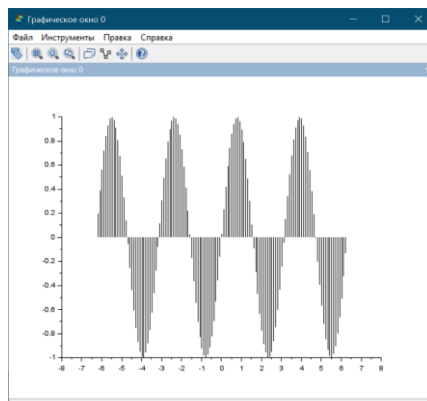


Figura 4. Graficul funcției $y=\sin (2x)$ cu zone umbrite în sistemul de coordonate carteziene

Concluzii

Pentru studenții avansați sau cercetători, Scilab oferă posibilitatea de a studia aspecte mai complexe ale matematicii, de a rezolva probleme de optimizare și multe altele.

Scilab permite construirea în mod interactiv grafice în diferite sisteme de coordonate, modificarea diferiți parametri și afișarea imediată cum se modifică graficul unei funcții. În timpul procesului de învățare, apare un anumit element de joc.

Potențialul disciplinei „Tehnologia informației” permite prezentarea conexiuni interdisciplinare și aplicarea metodei proiectului. Trasarea graficelor de funcții în mediul Scilab ajută la combinarea matematicii, tehnologia informației și arta în relație cu problemele din viața reală și activitățile profesionale.

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale din perspectiva conceptului STEAM și Inteligenței Artificiale”, codul 040101, din cadrul Programului instituțional de cercetare (2024-2027), aprobat prin Ordin MEC nr. 102 din 01.02.2024

Bibliografie

1. *Figures in Scilab*. Tutorial “Figures in Scilab [citată 15.10.2024]. Disponibil: <https://www.scilab.org/tutorials/figures-in-scilab>
2. BOLDEA, Afrodita-Liliana, GRĂMESCU, Bogdan. Sisteme mecatronice. In: *Fizica și Tehnologiile Moderne*, 2019, nr. 1-2(65-66), pp. 12-22. ISSN 1810-6498.
3. TOPOLSKY, Dmitry, TOPOLSKAYA, Irina, TOPOLSKY, Nikita. Modeling and calculating of electrotechnical systems in Scilab. In: *International Conference on Intelligent Information Systems*, 22-23 august 2013, Chișinău. Chișinău: "VALINEX" SRL, 2013, pp. 168-174.

UTILIZAREA PLATFORMELOR DE ÎNVĂȚARE ONLINE ÎN IMPLEMENTAREA PROIECTELOR STEAM

Marina BOSTAN, lector asistent

<https://orcid.org/0000-0002-1191-9501>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău

Rezumat. Lucrarea dată evidențiază rolul important al platformelor educaționale online în implementarea eficientă a proiectelor STEAM, oferind elevilor un mediu interactiv pentru a învăța și dezvolta abilități precum gândirea critică și creativitatea. Aceste platforme integrează diverse discipline, de la știință la artă, și necesită o pregătire continuă a profesorilor pentru a fi utilizate eficient.

Cuvinte cheie: educația STEAM, proiect STEAM, platforme de învățare online.

Abstract. This paper underlines the important role of online educational platforms in the effective implementation of STEAM projects, providing students with an interactive environment to learn and develop skills such as critical thinking and creativity. These platforms integrate various disciplines, from science to art, and require ongoing teacher training to be used effectively.

Keywords: STEAM education, STEAM project, online learning platforms.

1. Introducere

În era digitală, educația STEAM (Știință, Tehnologie, Inginerie, Artă și Matematică) capătă o importanță tot mai mare în formarea competențelor necesare pentru viitor. Platformele educaționale online oferă instrumente și resurse digitale care sprijină implementarea eficientă a proiectelor STEAM, încurajând creativitatea, gândirea critică și abilitățile de rezolvare a problemelor în rândul elevilor.

Acest articol explorează cum pot fi folosite platformele de învățare online pentru a susține educația STEAM. Se examinează rolul conceptului STEAM în educația modernă, se vor prezenta câteva platforme online potrivite pentru proiecte STEAM, și se vor oferi sugestii practice pentru implementarea unor astfel de proiecte folosind instrumente digitale. Prin adoptarea unei abordări integrate și interdisciplinare, facilitată de tehnologie, profesorii pot crea experiențe de învățare captivante care pregătesc elevii pentru provocările viitorului.

2. Conceptul STEAM și importanța sa în educația modernă

STEAM reprezintă o abordare educațională inovatoare care îmbină Știința, Tehnologia, Ingineria, Artele și Matematica într-un mod integrat și interdisciplinar. Acest concept a evoluat din acronimul STEM, adăugând componenta artistică pentru a stimula creativitatea și gândirea critică a elevilor. STEAM nu este doar o simplă extindere a

STEM, ci o abordare holistică care vizează dezvoltarea competențelor necesare în secolul XXI [1].

Componentele STEAM sunt interconectate și se completează reciproc:

- ✓ Știința: Explorarea lumii înconjurătoare prin observație și experimentare.
- ✓ Tehnologia: Utilizarea instrumentelor digitale și a resurselor online pentru a facilita învățarea.
- ✓ Ingineria: Aplicarea cunoștințelor pentru rezolvarea problemelor practice.
- ✓ Artele: Integrarea creativității și expresiei artistice în procesul de învățare.
- ✓ Matematica: Dezvoltarea gândirii logice și a abilităților de rezolvare a problemelor.

Educația STEAM oferă numeroase avantaje pentru dezvoltarea elevilor:

- Stimulează creativitatea și inovația: Prin combinarea științelor exacte cu artele, elevii sunt încurajați să gândească în mod creativ și să găsească soluții inovatoare la probleme complexe [2].
- Dezvoltă abilități de rezolvare a problemelor: STEAM încurajează elevii să abordeze provocările din lumea reală într-un mod interdisciplinar, aplicând cunoștințe din diverse domenii [3].
- Îmbunătățește motivația și implicarea: Abordarea practică și orientată spre proiecte face învățarea mai captivantă și relevantă pentru elevi [4].
- Promovează colaborarea și comunicarea: Proiectele STEAM încurajează lucrul în echipă și dezvoltă abilitățile de comunicare ale elevilor.
- Pregătește elevii pentru viitor: STEAM dezvoltă competențele necesare pentru locurile de muncă ale viitorului, cum ar fi gândirea critică, adaptabilitatea și abilitățile digitale [5].

Conceptul STEAM reprezintă o abordare educațională modernă care pregătește elevii pentru provocările viitorului. Prin integrarea artelor în educația STEM, se creează un mediu de învățare mai bogat și mai stimulant, care dezvoltă atât abilitățile tehnice, cât și cele creative ale elevilor. Această abordare holistică este esențială pentru formarea unor indivizi adaptabili și inovativi, capabili să răspundă nevoilor în continuă schimbare ale societății și pieței muncii.

3. Caracteristici și funcționalități ale platformelor

Platformele de învățare online pentru proiecte STEAM se remarcă prin caracteristici și funcționalități adaptate nevoilor educației moderne:

- integrare interdisciplinară - platformele permit combinarea cunoștințelor și abilităților din diverse domenii, precum științe, tehnologie, inginerie, arte și matematică, într-o abordare holistică;

- învățare bazată pe proiecte - multe platforme încurajează învățarea prin proiecte, stimulând creativitatea și abilitățile de rezolvare a problemelor,
- colaborare și comunicare - platformele oferă instrumente pentru lucrul în echipă, facilitând comunicarea între elevi și profesori;
- resurse multimedia - conținutul educațional este prezentat în formate diverse, incluzând videoclipuri, animații și simulări interactive;
- evaluare și feedback -platformele includ instrumente de evaluare și oferă feedback imediat, permițând elevilor să-și monitorizeze progresul;
- accesibilitate - majoritatea platformelor sunt disponibile pe dispozitive mobile, permițând accesul la resurse educaționale oricând și oriunde.

Pentru a alege platforma potrivită pentru proiectele STEAM, profesorii ar trebui să ia în considerare următoarele criterii:

- relevanța conținutului - platforma ar trebui să ofere resurse aliniate cu curriculum-ul STEAM și să acopere toate domeniile relevante;
- ușurința în utilizare - interfața platformei trebuie să fie intuitivă și ușor de navigat atât pentru profesori, cât și pentru elevi;
- flexibilitate și personalizare - platforma ar trebui să permită adaptarea conținutului și activităților la nevoile specifice ale elevilor și ale proiectelor;
- suport pentru colaborare - funcționalitățile de colaborare sunt esențiale pentru proiectele STEAM, care adesea implică lucrul în echipă;
- instrumente de evaluare - platformele ar trebui să ofere metode variate de evaluare a progresului și a rezultatelor învățării;
- compatibilitate tehnologică - este important ca platforma să fie compatibilă cu dispozitivele și sistemele utilizate în școală;
- suport lingvistic - pentru a fi accesibile tuturor elevilor, platformele ar trebui să ofere conținut în limba română sau să aibă opțiuni de traducere.
- securitate și confidențialitate - protecția datelor elevilor și a cadrelor didactice trebuie să fie o prioritate în selecția platformei.

4. Implementarea proiectelor STEAM folosind platforme online

Implementarea proiectelor STEAM folosind platforme online reprezintă o abordare inovatoare în educație, care combină știința, tehnologia, ingineria, artele și matematica într-un mod interdisciplinar și captivant pentru elevi. Această metodă de învățare bazată pe proiecte stimulează creativitatea, gândirea critică și abilitățile de rezolvare a problemelor, pregătind elevii pentru provocările secolului XXI.

Etapele de planificare și design al proiectului

Planificarea unui proiect STEAM online implică mai multe etape esențiale:

- definirea obiectivelor de învățare - profesorii trebuie să stabilească clar competențele și cunoștințele pe care elevii le vor dobândi prin proiect;
- alegerea platformei potrivite -selectarea unei platforme educaționale online care să susțină colaborarea și să ofere instrumentele necesare pentru realizarea proiectului;
- crearea scenariului de învățare - elaborarea unui plan detaliat al activităților, resurselor și evaluărilor care vor fi utilizate pe parcursul proiectului;
- stabilirea echipelor de lucru - împărțirea elevilor în grupuri și atribuirea rolurilor specifice fiecărui membru;
- definirea criteriilor de evaluare - stabilirea modului în care vor fi evaluate rezultatele proiectului și progresul elevilor.

5. Integrarea resurselor digitale în proiect

Utilizarea eficientă a resurselor digitale este crucială pentru succesul proiectelor STEAM online. Printre unele modalități de integrare a acestora pot fi enumerate: simulări interactive (de exemplu: PhET Interactive Simulations pentru a explora concepte științifice complexe, instrumente de modelare 3D (de exemplu: Tinkercad pentru proiectarea și crearea de obiecte virtuale), laboratoare virtuale, care permit elevilor să efectueze experimente în siguranță și să analizeze rezultatele, aplicații de programare pentru a dezvolta gândirea computațională a elevilor (de exemplu Scratch), instrumente de creație digitală - aplicații de editare video, audio și grafică pentru a încuraja exprimarea artistică și prezentarea rezultatelor proiectului.

Colaborarea online între elevi și profesori

Colaborarea eficientă este esențială în proiectele STEAM. Din strategiile pentru facilitarea interacțiunii și cooperării menționăm:

- utilizarea platformelor de comunicare, precum Google Classroom sau Microsoft Teams pentru a crea un spațiu virtual de colaborare și schimb de idei;
- sesiuni de brainstorming online pentru generarea de idei și discutarea provocărilor proiectului;
- documente colaborative, precum aplicațiile Google sau Microsoft OneDrive pentru a permite elevilor să lucreze simultan la aceleași documente.
- forumuri de discuții într-un spațiu virtual unde elevii pot pune întrebări, oferi feedback și împărtăși resurse.

- prezentări online, pentru a permite elevilor să își prezinte progresul și rezultatele proiectului în fața clasei.

Implementarea proiectelor STEAM folosind platforme online oferă oportunități semnificative pentru îmbogățirea experienței educaționale. Prin integrarea eficientă a resurselor digitale și facilitarea colaborării online, profesorii pot crea un mediu de învățare captivant și eficient, care pregătește elevii pentru provocările viitorului în domeniile STEAM.

Pentru a maximiza impactul acestor proiecte, este esențial ca profesorii să fie formați continuu în domeniul competențelor digitale și al metodologiilor STEAM. De asemenea, integrarea tehnologiilor digitale în curriculum-ul școlar este crucială pentru a asigura o abordare coerentă și sustenabilă a educației STEAM.

În concluzie, implementarea proiectelor STEAM folosind platforme online reprezintă o modalitate inovatoare de a stimula interesul elevilor pentru știință, tehnologie, inginerie, arte și matematică, oferindu-le în același timp oportunitatea de a-și dezvolta competențele digitale esențiale pentru viitorul lor profesional.

Concluzii

Integrarea platformelor de învățare online în proiectele STEAM are o influență semnificativă asupra educației moderne, oferind oportunități unice pentru a îmbina științele, tehnologia, ingineria, artele și matematica într-un mod captivant și relevant. Aceste platforme nu doar facilitează accesul la resurse educaționale variate, ci și stimulează creativitatea, gândirea critică și abilitățile de rezolvare a problemelor în rândul elevilor. Prin folosirea instrumentelor digitale și a metodelor interactive de învățare, profesorii pot crea experiențe de învățare care pregătesc tinerii pentru provocările viitorului.

Prin alegerea atentă a platformei potrivite, profesorii pot crea un mediu de învățare captivant și eficient, pregătind elevii pentru provocările viitorului în domeniile STEAM.

Succesul implementării proiectelor STEAM folosind platforme online depinde de abilitățile profesorilor de a alege și utiliza eficient aceste resurse, precum și de capacitatea lor de a încuraja colaborarea și inovația în rândul elevilor. Este important să continuăm să explorăm și să dezvoltăm noi modalități de a integra tehnologia în educație, asigurându-ne că aceasta servește scopului de a îmbunătăți procesul de învățare și de a pregăti elevii pentru o lume în continuă schimbare. Prin adoptarea acestei abordări, putem contribui la formarea unei generații de tineri creativi, adaptabili și pregătiți să facă față provocărilor viitorului.

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale din perspectiva conceptului STEAM și Inteligenței Artificiale”, codul 040101, din cadrul Programului instituțional de cercetare (2024-2027), aprobat prin Ordin MEC nr. 102 din 01.02.2024

Bibliografie

1. DUMBRAVEANU, R. *Pixeli spre inovație: proiecte de lecții și proiecte STEAM în clasa digitală*. Ch.: UPSC, Clasa Viitorului, 2024. 66 p. ISBN 978-9975-46-877-0
2. VASCAN, T. Sugestii de creare a lecțiilor STEAM. În: *Materialele Conferinței Republicane a Cadrelor Didactice*. UST, 2022, vol. 1, pp.330-336, ISBN 978-9975-76-382-0.
3. *Inteligența Artificială Generativă în educația STEAM și centrare pe elev*. [citat 10.10.2024]. Disponibil: <https://tekwill.online/courses/inteligenta-artificiala-generativa-in-educatia-steam-si-centrarea-pe-elev/>.
4. VASCAN, T., CASSA, E. Aspectele ale educației STEAM în predarea informaticii. În: *Materialele Conferinței Științifice Internaționale „Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale, (concept STEAM)”*, dedicată a 85-a aniversare a profesorului Ilie Lupu, ediția a 3-a. 27-28 octombrie 2023, pp.369-373, ISBN 978-9975-46-813-8.
5. *Educația STEAM – 5 activități de învățare inteligentă pentru copilul tău*. [citat 12.10.2024]. Disponibil: <https://tekwill.online/courses/inteligenta-artificiala-generativa-in-educatia-steam-si-centrarea-pe-elev/>.

SECURIZAREA PROPRIETĂȚII INTELLECTUALE CU BLOCKCHAIN: O NOUĂ PARADIGMĂ ÎN GESTIONAREA DREPTURILOR DE AUTOR

Nicolae BOTNAREVSCHI, student

Facultatea Electronică și Telecomunicații, Universitatea Tehnică a Moldovei

Olga CERBU, doctor, conferențiar universitar, USM

<https://orcid.org/0000-0002-6278-7115>

Rezumat. Acest articol explorează utilizarea tehnologiei blockchain în gestionarea drepturilor de autor, evidențind potențialul său de a transforma industria creativă prin mecanisme descentralizate, transparente și securizate. Blockchain oferă o soluție inovatoare pentru provocările legate de protecția și licențierea digitală a proprietății intelectuale, permițând automatizarea proceselor prin contracte inteligente și asigurând trasabilitatea și verificarea autentică a drepturilor de autor. Prin eliminarea intermediarilor tradiționali și descentralizarea gestionării conținutului, blockchain-ul promite să revoluționeze modul în care creatorii și utilizatorii interacționează, garantând o protecție mai eficientă și o distribuție mai echitabilă a conținutului creativ. Articolul analizează și provocările asociate, precum adoptarea tehnologiei și problemele de reglementare, dar subliniază avantajele incontestabile pe care blockchain-ul le poate aduce în acest domeniu.

Cuvinte cheie: Blockchain, Drepturi de autor, Proprietate intelectuală, Contracte inteligente, Decentralizare, Licențiere digitală.

Summary: This article explores the use of blockchain technology in copyright management, highlighting its potential to transform the creative industry through decentralized, transparent, and secure mechanisms. Blockchain provides an innovative solution to the challenges related to the protection and digital licensing of intellectual property, enabling the automation of processes through smart contracts and ensuring the traceability and authentic verification of copyright rights. By eliminating traditional intermediaries and decentralizing content management, blockchain promises to revolutionize the way creators and users interact, guaranteeing more effective protection and a fairer distribution of creative content. The article also examines the associated challenges, such as technology adoption and regulatory issues, but emphasizes the undeniable advantages that blockchain can bring to this field.

Keywords: Blockchain, Copyright, Intellectual Property, Smart Contracts, Decentralization, Digital Licensing.

Introducere

Gestionarea tradițională a drepturilor de autor se confruntă cu provocări semnificative în era digitală, întrucât structurile existente sunt adesea considerate ineficiente, scumpe și neadaptate distribuției globale rapide a conținutului. Intermediarii, cum ar fi agențiile de licențiere și organizațiile colective de gestionare a drepturilor, impun taxe care reduc veniturile nete ale creatorilor și prelungesc procesul de licențiere. Acest model nu reușește întotdeauna să ofere transparență și echitate în distribuirea veniturilor, ceea ce generează frecvent dispute între creatorii de conținut și aceste organizații. Lipsa unui mecanism eficient de urmărire a utilizării operelor contribuie și ea la provocările sistemului actual,

mai ales în mediul digital internațional, unde respectarea drepturilor de autor este dificil de asigurat. După cum afirmă autorii unui studiu recent, "gestiunea centralizată a drepturilor de autor în ecosistemul digital global este limitată de costuri ridicate și lipsa de trasabilitate" [1].

Blockchain-ul apare ca o soluție inovatoare pentru aceste probleme, oferind o abordare descentralizată și transparentă. Utilizarea registrelor distribuite permite o evidență imuabilă a drepturilor de autor, ceea ce oferă creatorilor un control mai mare asupra modului în care este utilizat conținutul lor. Contractele inteligente, un element cheie al blockchain-ului, automatizează procesele de licențiere și plată, asigurând o compensare corectă și rapidă a creatorilor. Conform unui raport recent, "tehnologia blockchain oferă o transparentă fără precedent în gestionarea drepturilor de autor, eliminând intermediarii și reducând semnificativ costurile pentru creatori și utilizatori" [2]. Astfel, blockchain-ul are potențialul de a revoluționa întreaga industrie creativă prin eficientizarea proceselor și oferirea unei soluții mai sigure și echitabile pentru toți participanții.

Conceptul de blockchain

Blockchain reprezintă o tehnologie revoluționară care îmbunătățește securitatea și descentralizarea proceselor de stocare și transmitere a informațiilor, având un impact semnificativ în diverse industrii, inclusiv în gestionarea drepturilor de autor. Potrivit lui M. B. Wilks și J. Kim, blockchain-ul redefinește modul în care drepturile de autor sunt administrate, oferind o infrastructură digitală de înaltă securitate și trasabilitate pentru distribuirea conținutului [2]. Această tehnologie se bazează pe un registru distribuit, imutabil, care înregistrează în mod transparent toate tranzacțiile, eliminând astfel nevoia de intermediari tradiționali și reducând riscul de fraudă. Un exemplu de structura este prezentat în Fig. 1.

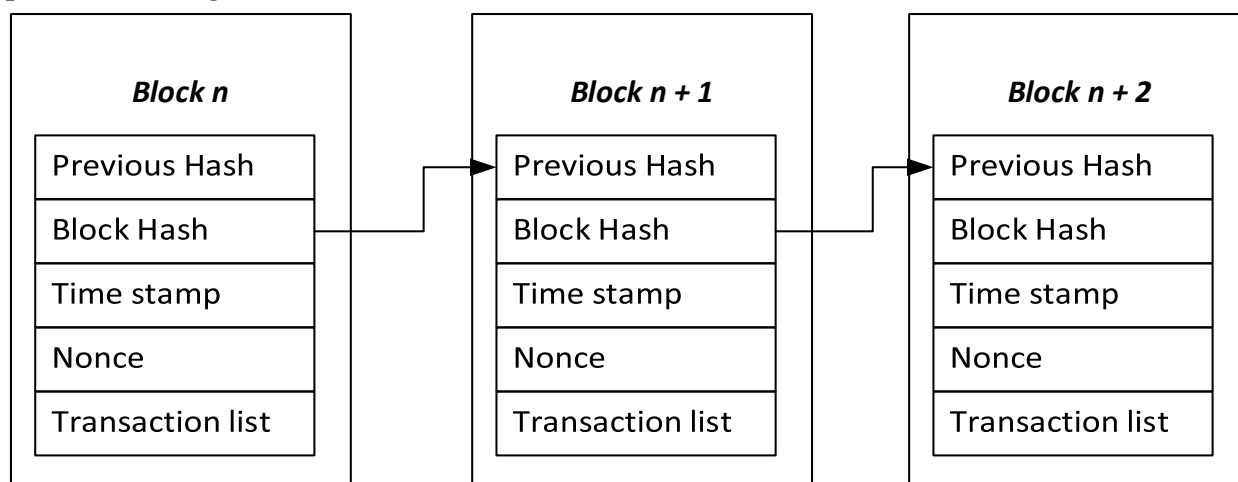


Figura 1. Exemplu al unei structuri distribuite blockchain

La baza tehnologiei blockchain stă mecanismul de consens, care asigură validarea tranzacțiilor într-o rețea distribuită, fără a necesita un control centralizat. Vitalik Buterin,

fondatorul Ethereum, subliniază importanța acestui mecanism, fie că este vorba despre Proof of Work (PoW), unde nodurile rezolvă probleme criptografice complexe pentru a valida blocuri de tranzacții, fie despre Proof of Stake (PoS), unde validarea se face pe baza capitalului blocat de către validatori, ceea ce duce la un consum energetic mai mic și o eficiență sporită [3]. Aceste mecanisme sunt esențiale pentru a asigura securitatea și integritatea datelor stocate în blockchain, indiferent de natura tranzacțiilor.

Ethereum, una dintre cele mai avansate platforme blockchain, introduce și concepte cheie precum „gas” și „gas price”, care joacă un rol crucial în procesul de execuție al tranzacțiilor și contractelor inteligente. „Gas”-ul reprezintă unitatea de măsură pentru efortul computațional necesar unei tranzacții sau unei execuții de cod în rețeaua Ethereum, iar „gas price”-ul se referă la costul pe unitate de gas pe care utilizatorii sunt dispuși să îl plătească pentru a prioritiza execuția tranzacțiilor lor [4]. Aceste concepte asigură nu doar funcționalitatea rețelei Ethereum, ci și un echilibru economic între cerere și ofertă pentru resursele computaționale limitate disponibile în rețea.

Astfel, mecanismele economice încorporate în blockchain asigură un model autonom de autosustenabilitate pentru rețea, stimulând în același timp nodurile să participe la procesul de validare. Pe lângă aspectele tehnice, articolele lui Buterin și alți cercetători au evidențiat că blockchain-ul oferă o platformă pentru construirea unor contracte inteligente (smart contracts) – algoritmi autoexecutabili care codifică termeni și condiții contractuale, reducând astfel nevoia de intermediari legali sau instituționali în gestionarea proprietății intelectuale [5].

Prin utilizarea acestor mecanisme și concepte avansate, blockchain-ul redefinește nu doar modul în care sunt efectuate tranzacțiile financiare, ci și managementul drepturilor de autor și distribuția conținutului digital. Blockchain-ul nu este doar un registru transparent, ci și un sistem care poate susține modele economice inovatoare, capabile să automatizeze procesele comerciale și să asigure o mai bună distribuție a veniturilor către creatorii de conținut.

Blockchain: Soluția Inovatoare pentru Gestionarea Drepturilor de Autor

În prezent, gestionarea drepturilor de autor în era digitală se confruntă cu multiple provocări. Una dintre cele mai mari probleme este lipsa de transparență și trasabilitate în cadrul lanțului de distribuție a conținutului. Creatori, distribuitori și consumatori nu au întotdeauna acces la informații clare despre cum și unde este utilizat conținutul, ceea ce duce adesea la încălcări involuntare sau deliberate ale drepturilor de autor. În plus, procesele tradiționale de licențiere sunt adesea lente, complexe și implică intermediari care cresc costurile și încetinesc distribuția.

Blockchain-ul adresează aceste probleme printr-un sistem descentralizat și transparent care oferă o înregistrare imutabilă a tuturor tranzacțiilor legate de conținutul

digital. Prin utilizarea tehnologiei blockchain, drepturile de autor pot fi licențiate automat prin smart contract-uri, eliminând nevoia de intermediari și accelerând procesele de licențiere. De asemenea, blockchain-ul permite o trasabilitate completă a utilizării conținutului, oferind creatorilor o vizibilitate totală asupra modului în care este folosită opera lor, inclusiv fiecare accesare, distribuire sau modificare a acesteia.

Un alt aspect critic al sistemelor tradiționale este lipsa unei distribuții echitabile a veniturilor generate de conținut. În multe cazuri, creatorii primesc doar o mică parte din veniturile generate, în timp ce intermediarii și platformele de distribuție absorb o mare parte a profiturilor. Blockchain-ul, prin intermediul smart contract-urilor, poate automatiza distribuirea veniturilor, asigurând că fiecare creator primește un procent clar și prestabilit din încasări în mod direct și imediat, fără întârzieri sau deduceri nejustificate.

Problema pirateriei digitale reprezintă o altă provocare majoră în domeniul licențierii drepturilor de autor. Conținutul poate fi copiat și distribuit în mod ilegal fără a respecta drepturile creatorului. Blockchain-ul oferă o soluție la această problemă prin integrarea unui sistem de tokenizare a conținutului digital. Astfel, fiecare operă poate fi asociată cu un token unic înregistrat pe blockchain, care atestă autenticitatea și originea acesteia, făcând mai dificilă distribuirea neautorizată.

În concluzie, blockchain-ul oferă soluții promițătoare pentru problemele actuale din gestionarea drepturilor de autor, oferind transparență, eficiență și protecție sporită pentru creatorii de conținut. Adoptarea la scară largă a acestei tehnologii ar putea transforma fundamental modul în care drepturile de autor sunt administrate în era digitală, asigurând o distribuție echitabilă a veniturilor și protejând mai eficient operele intelectuale.

Partea practică: Implementarea unei aplicații de gestionare a drepturilor de autor

În cadrul acestei secțiuni, este detaliată funcționarea practică a aplicației prototip, care permite utilizatorilor să își înregistreze conturile, să se logheze și să gestioneze drepturile de autor pentru operele lor digitale. Aplicația a fost dezvoltată utilizând tehnologia blockchain, iar pentru simplificarea procesului de testare, datele utilizatorilor sunt temporar stocate într-o bază de date locală. În producție, utilizatorii și datele lor de autentificare ar trebui gestionați direct prin blockchain, utilizând un smart contract specializat care să controleze accesul și drepturile fiecărui utilizator.

Fluxul de înregistrare începe prin oferirea unui formular simplu, unde utilizatorii introduc datele necesare, precum adresa de e-mail și o parolă. Aceste date sunt utilizate momentan pentru a crea un cont local în baza de date. În versiunea de producție, acest proces va fi transferat pe blockchain, iar conturile utilizatorilor vor fi gestionate de un smart contract dedicat care va stoca în mod descentralizat acreditările și va genera o pereche de chei publice și private pentru fiecare utilizator. Cheia privată va fi folosită pentru autentificare ulterioară, iar autentificarea utilizatorilor va fi facilitată printr-un proces de

semnare a mesajelor, asigurând astfel securitatea. Fluxurile de înregistrare este prezentat în Fig.2, și de logare respectiv în Fig.3.

Register
Create a new account.

Last name
First name
Walet key
Email
The Email field is required.
Email
The Email field is required.
Password
The Password field is required.
Confirm password
Register

Figura 2. Interfața de înregistrare a utilizatorilor

Login
Use a local account to log in.

Email
The Email field is required.
Password
The Password field is required.
 Remember me?
Login

Figura 3. Interfața de logare a utilizatorilor

După autentificare, utilizatorii au posibilitatea să își înregistreze operele în blockchain pentru a proteja drepturile de autor. Aplicația permite încărcarea unui fișier digital (image, document, etc.), iar un hash unic al acestuia este generat și înregistrat în blockchain. Astfel, drepturile de autor ale utilizatorului sunt securizate prin blockchain, garantând originalitatea și data exactă a înregistrării. Acest proces este controlat de un alt smart contract, care atribuie fiecărui utilizator un token asociat cu opera sa, token ce reprezintă deținerea drepturilor asupra acelei opere. În Fig. 4 este reprezentat formularul de înregistrare al operei. În Fig. 5 este reprezentată confirmarea de înregistrare a operei.

Register
Register

Title
Logotip companie 1
Description
Freestar freestar Lorem ipsum dolor sit amet.
ShortDescription
Freestar freestar Lorem ipsum dolor sit amet.
SelectedCategory
Photography
Upload File
Choose File over.jpg
Save
Back to List

Figura 4. Interfața de înregistrare a drepturilor de autor

Copyright Registration Response
Status: Success
Message: Copyright registered successfully.
Copyright Details
Copyright ID:
Title: Logotip companie 1
Author: Maxim Denisov SYSTEMID: 17ce7f38-97d1-4fa4-b87f-891ae3bd0a8c
Description: Freestar freestar Lorem ipsum dolor sit amet.
File Hash: vA3v5C8rMKDzDHCYe2r+AkyeUBoFse14fHUphiltYOY=
File Name: over.jpg
File Size: 1378174
Registration Date: 2024-10-21 16:38:51
Owner: 0xb57badEFdcB008d313C2b42e2Ff1F238feC5fD86
Transaction Hash: 0xaf6791f5fdd0e4d6f52b0753bfe7018a8a7ebefc76b40025f59470bae71c1e83

Figura 5. Confirmarea înregistrării

În cazul în care un utilizator încearcă să înregistreze un fișier care a fost deja înregistrat anterior, aplicația utilizează hashul criptografic generat pentru a verifica

unicitatea fișierului. Datorită caracteristicilor hashului, același fișier va genera întotdeauna același hash unic. Dacă acest hash este deja prezent în blockchain, înregistrarea va fi refuzată automat, iar utilizatorul va primi un mesaj de eroare care indică faptul că fișierul a fost deja înregistrat ca având drepturi de autor. Această verificare asigură că nu pot exista duplicate în sistem, protejând astfel autenticitatea și integritatea operelor înregistrate. Acest fapt este reprezentat în Fig.6.

Copyright Registration Response

Status: REFUSED
Message: Copyright registration refused: The file has already been registered.

Copyright Details

Copyright ID:
Title: Logotip companie 1
Author: Maxim Denisov SYSTEMID: 17ce7f38-97d1-4fa4-b87f-891ae3bd0a8c
Description: Freestar freestar Lorem ipsum dolor sit amet.
File Hash: vA3v5C8rMKDzDHCYe2r+AkyeUBoFse14fHUphiltYOY=
File Name: over.jpg
File Size: 1378174
Registration Date: 2024-10-21 16:53:34
Owner: 0xb57badEfdcb00Bd313C2b42e2Ff1F238feC5fD86
Transaction Hash:

Figura 6. Refuz de înregistrare al unui fișier protejat

Structura unui block înregistrat în blockchain, așa cum este implementată în Ganache, este formată din mai multe componente esențiale care asigură securitatea și integritatea datelor. Fiecare block conține un header, care include informații precum versiunea blockchain-ului, hash-ul block-ului anterior, timestamp-ul (data și ora la care a fost creat block-ul), și un nonce (un număr utilizat pentru procesul de mining). De asemenea, fiecare block conține o listă de tranzacții care detaliază operațiile efectuate, inclusiv transferurile de tokenuri și înregistrările de drepturi de autor. Fiecare tranzacție este, la rândul său, formată dintr-un identificator unic, adresele expeditorului și destinatarului, suma transferată și eventuale date suplimentare, cum ar fi hash-ul fișierului înregistrat. Acest format standardizat asigură transparența și urmărirea înregistrărilor pe blockchain, oferind un sistem de audit și validare a datelor extrem de eficient. Fapt prezentat în Fig. 7.

The screenshot displays the Ganache interface for a transaction. The transaction ID is `0xaf6791f5fdd0e4d6f52b0753bfe7018a8a7ebefc76b40825f59470bae71c1e83`. The sender address is `0xb57badEfdcb00Bd313C2b42e2Ff1F238feC5fD86` and the recipient address is `0x7d959c517b81f0550c886f16ab3a07977490abc2`. The transaction value is 0.00 ETH, with a gas price of 44.2653 and a gas limit of 3583877. The contract function `addCopyright` is executed with inputs: `Logotip companie 1, Freestar freestar Lorem ipsum dolor sit amet., Freestar freestar Lorem ipsum dolor sit amet., Photography, 17ce7f38-97d1-4fa4-b87f-891ae3bd0a8c, vA3v5C8rMKDzDHCYe2r+AkyeUBoFse14fHUphiltYOY=, over.jpg`. An event `CopyrightAdded` is triggered, with the transaction hash `0xaf6791f5fdd0e4d6f52b0753bfe7018a8a7ebefc76b40825f59470bae71c1e83`.

Figura 7. Bloc ce confirmă înregistrarea cu succes a tranzacție

Concluzii

Concluzia acestui articol subliniază impactul semnificativ pe care tehnologia blockchain, în special prin utilizarea platformei Ethereum, îl poate avea asupra gestionării drepturilor de autor. Blockchain-ul, prin smart contract-uri, oferă un cadru descentralizat și automatizat pentru administrarea proprietății intelectuale, eliminând dependența de intermediari tradiționali și reducând costurile operaționale. Prin stocarea tranzacțiilor și datelor într-o manieră imutabilă și transparentă, creatorii și utilizatorii beneficiază de o trasabilitate clară a drepturilor și de o protecție sporită împotriva fraudelor.

Un exemplu concret de utilizare a acestei tehnologii este dezvoltarea unei aplicații demonstrative care gestionează drepturile de autor folosind blockchain-ul Ethereum. Aceasta permite creatorilor să înregistreze operele și să creeze contracte inteligente care reglementează utilizarea și distribuția acestora. Aplicația demonstrează capacitatea blockchain-ului de a facilita plata automată pentru drepturile de autor către creatorii de conținut, în funcție de utilizarea înregistrată în blockchain. Această abordare automatizată elimină întârzierile și ineficiențele întâlnite în metodele tradiționale de distribuție a veniturilor.

Cu toate acestea, integrarea blockchain-ului în sistemele actuale de gestionare a drepturilor de autor nu este lipsită de provocări. Scalabilitatea și adoptarea la nivel global sunt aspecte care necesită atenție, întrucât implementarea pe scară largă depinde de maturitatea tehnologică a platformelor blockchain și de cooperarea dintre entități din industrii diverse. De asemenea, este necesară o adaptare legislativă care să reglementeze clar utilizarea tehnologiei blockchain în domeniul proprietății intelectuale și să protejeze atât creatorii, cât și utilizatorii.

Bibliografie

1. MARTENS I., WOLF, K. Digital Copyright and Blockchain: Opportunities and Challenges. In: *Journal of Intellectual Property Rights and Digital Media*, vol. 12, no. 4, pp. 321–330, 2020.
2. WILKS, M. B., KIM, J. Blockchain and Creative Rights Management: New Horizons for Digital Distribution. In: *International Journal of Digital Media Research*, vol. 18, no. 2, pp. 45–56, 2021.
3. BUTERIN, V. *Proof of Stake FAQ*. Ethereum Blog, 2014. [Online]. Available: https://vitalik.ca/general/2017/12/31/pos_faq.html
4. Wood, G. *Ethereum: A Secure Decentralised Generalised Transaction Ledger*. Ethereum Yellow Paper, 2014. [Online]. Available: <https://ethereum.github.io/yellowpaper/paper.pdf>
5. SWAN, M. *Blockchain: Blueprint for a New Economy*, 1st ed. O'Reilly Media, 2015.

ROLUL FACULTĂȚILOR STEM ÎN SPECIALIZAREA INTELIGENTĂ LA NIVEL NAȚIONAL

Andrei BRAICOV, dr., conf. univ.

<https://orcid.org/0000-0001-6416-2357>

Tatiana VEVERIȚA, dr., conf. univ.

<https://orcid.org/0000-0002-0798-0174>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău

Rezumat. În articol sunt prezentate reflecții privind rolul sistemului educațional din domeniul STEM, în special a universităților care pregătesc cadre didactice, în promovarea eforturilor de specializare inteligentă a Republicii Moldova.

Cuvinte-cheie: STEM, sistem educațional, specializare inteligentă.

Abstract. The article presents reflections on the role of the educational system in the STEM field, particularly of universities that train teachers, in promoting the smart specialization efforts of the Republic of Moldova.

Keywords: STEM, educational system, smart specialization.

Introducere

Programul național de Specializare Inteligentă al Republicii Moldova pentru anii 2024-2027 „SMART MOLDOVA”, aprobat de Guvernul RM la 28.08.2024 [1], pune un accent deosebit pe inovare și dezvoltarea unor domenii-cheie pentru transformarea economică. Facultățile care pregătesc specialiști în domeniul STEM (îndeosebi în TI, matematică, fizică și alte științe exacte) sunt factori esențiali pentru succesul acestui program. Într-o economie bazată pe cunoaștere, dezvoltarea competențelor avansate în tehnologie și științe exacte este vitală pentru stimularea creșterii economice și crearea unui avantaj competitiv de durată. În urma unei analize exhaustive a actului legislativ menționat și a diferitor studii [2], [3], vom prezenta câteva reflecții privind rolul sistemului educațional din domeniul STEM (în special a universităților care pregătesc cadre didactice) în promovarea eforturilor de specializare inteligentă a Republicii Moldova.

Formarea specialiștilor în domeniul STEM pentru noile provocări economice

În contextul Programului „SMART MOLDOVA”, facultățile din domeniul STEM joacă un rol crucial în pregătirea forței de muncă specializate care să sprijine modernizarea economiei naționale. Aceste facultăți trebuie să adapteze programele lor educaționale pentru a răspunde cerințelor crescânde din sectorul tehnologic, aliniindu-le cu direcțiile de inovare din cadrul programului.

Așa cum domeniul TI, care include tehnologiile informației și ingineria software, este recunoscut ca motor al creșterii economice bazate pe cunoaștere, facultățile respective trebuie să ofere formare inițială și continuă practică și avansată în programare, securitate

cibernetică, inteligență artificială, dezvoltarea de software etc., creând profesioniști care să contribuie la economia digitală. Similar, în studierea științelor exacte (matematică, fizică, chimie, biologie), se cere integrarea unor metode inovative care să ofere studenților abilități de rezolvare a problemelor complexe, esențiale pentru procesele de cercetare și dezvoltare aplicativă.

Contribuția cercetării universitare la inovație

Cercetarea în TI și științele exacte este esențială pentru succesul specializării inteligente. Facultățile din aceste domenii au potențialul de a deveni huburi de inovație și tehnologii emergente. Documentul „SMART MOLDOVA” subliniază importanța colaborării între sectorul academic și cel de afaceri pentru a stimula inovația. Universitățile trebuie să își dezvolte capacitățile de cercetare aplicată în tehnologii avansate, cum ar fi analiza datelor mari, inteligența artificială, internetul lucrurilor, precum și în domeniul de vârf al științei (fizica cuantică, matematici aplicate).

Conform [1], Republica Moldova se confruntă cu un număr scăzut de cercetători comparativ cu media europeană (aproximativ 92 comparativ cu 370 de cercetători la 100.000 de locuitori), ceea ce limitează capacitatea de inovare a țării. Această problemă este cauzată și de scăderea interesului tinerilor pentru studierea disciplinelor reale, fenomen evidențiat de autori în lucrările [2] și [3]. Facultățile STEM pot contribui la creșterea acestui număr prin încurajarea studenților să urmeze studii avansate și programe de doctorat, dar și prin atragerea de finanțare (interne și externe) pentru proiecte de cercetare, care să implice atât universități, cât și companii.

Facultățile care pregătesc cadre didactice pentru domeniul STEM pot contribui și la cercetarea în domeniul didacticii, dezvoltând metode noi și inovatoare de predare a disciplinelor STEM. Această cercetare poate fi esențială pentru îmbunătățirea procesului educațional și pentru adaptarea predării la noile cerințe tehnologice și economice impuse de Programul SMART MOLDOVA. Profesorii care participă la aceste cercetări vor putea implementa în sălile de clasă metode pedagogice care stimulează creativitatea și inovația.

Adaptarea programelor de studii la nevoile pieței muncii

Facultățile STEM trebuie să răspundă nevoilor pieței muncii prin oferirea de programe care pregătesc specialiști cu competențe relevante pentru economia digitală. Sectorul STEM din Republica Moldova este într-o continuă expansiune, iar cererea pentru programatori, ingineri de software, analiști de date, matematica aplicată, statistica, inginerie și tehnologie este în creștere.

Potrivit [1], una dintre problemele esențiale cu care se confruntă economia moldovenească este nepotrivirea dintre abilitățile absolvenților și cerințele angajatorilor. Facultățile trebuie să intensifice colaborările cu sectorul privat pentru a ajusta curricula și a integra cursuri de formare practică și stagii în sectorul STEM. Astfel, absolvenții vor fi mai bine pregătiți pentru a contribui la economia bazată pe cunoaștere și inovare.

Formarea cadrelor didactice pregătite pentru o economie bazată pe cunoaștere

Facultățile care pregătesc cadre didactice în domeniile STEM vor juca un rol esențial în implementarea Programului Național de Specializare Inteligentă "SMART MOLDOVA" datorită influenței lor directe asupra formării capitalului uman și a susținerii inovării prin educație și cercetare. Ele sunt responsabile pentru formarea profesorilor capabili să pregătească elevii și studenții pentru provocările unei economii moderne bazate pe cunoaștere. Aceste cadre didactice trebuie să fie echipate cu competențe pedagogice avansate și cunoștințe de specialitate actualizate în domeniile STEM. Astfel, ele vor putea să predea într-un mod care să inspire și să dezvolte abilitățile tehnice ale noilor generații de elevi și studenți.

Prin îmbunătățirea calității educației în aceste discipline, cadrele didactice în domeniile STEM vor contribui la formarea unei baze solide de cunoștințe științifice și tehnologice, esențială pentru inovare și dezvoltarea economică. Acest lucru poate stimula elevii să urmeze cariere în domenii de specializare inteligentă, precum ingineria, tehnologia informației, și cercetarea științifică.

Cadrele didactice de matematică, fizică și informatică din universități și școli pot contribui la educația continuă a adulților și la formarea profesională a celor care deja lucrează în domeniile STEM. Acest lucru este esențial pentru actualizarea competențelor profesionale ale forței de muncă, oferindu-le posibilitatea de a se adapta la noile tehnologii și cerințe economice.

Dezvoltarea abilităților digitale și tehnologice la toate nivelurile educaționale

Informatica și tehnologiile digitale sunt componente critice ale sectorului STEM, deci și pentru succesul transformării economice bazate pe cunoaștere. Profesorii de informatică din școli și universități joacă un rol central în dezvoltarea abilităților digitale ale elevilor și studenților, esențiale pentru orice domeniu profesional modern. În cadrul Programului SMART MOLDOVA, cadrele didactice formate în aceste facultăți vor contribui direct la formarea unor tineri capabili să utilizeze tehnologia pentru inovare și soluționarea problemelor economice și sociale.

Prin actualizarea programelor educaționale și integrarea unor metode moderne de predare a informaticii, fizicii și matematicii, facultățile pot ajuta la crearea unui mediu educațional adaptat nevoilor economiei digitale, pregătind tineri cu competențe solide în programare, analiza datelor și gândire analitică.

Cadrele didactice din domeniul STEM (din școli și universități) pot promova utilizarea tehnologiilor moderne în predare, creând un mediu educațional care să reflecte realitatea unei economii bazate pe cunoaștere. Prin utilizarea platformelor online, simulatoarelor de fizică, matematică și programare, profesorii pot stimula creativitatea și inovarea în rândul studenților și elevilor, pregătindu-i mai bine pentru cerințele pieței muncii.

Provocările sistemului educațional din domeniul STEM

1. *Lipsa infrastructurii și a resurselor pentru cercetare.* Facultățile STEM se confruntă adesea cu lipsa infrastructurii moderne și a resurselor pentru a susține cercetarea de vârf. Documentul [1] subliniază faptul că finanțarea cercetării în Moldova reprezintă doar 0,23% din PIB, cu mult sub media UE de 2,2 %. Această realitate limitează capacitatea universităților de a inova și de a atrage talente pentru proiecte de cercetare aplicată, esențiale pentru programul de specializare inteligentă.
2. *Exodul studenților și specialiștilor din domeniul TI și științelor exacte.* Exodul tinerilor specialiști reprezintă o altă provocare semnificativă pentru Republica Moldova. Documentul arată că numărul studenților în TI și științele exacte a scăzut constant, în mare parte din cauza migrării către alte țări europene. Această tendință afectează direct capacitatea țării de a dezvolta o forță de muncă specializată, necesară pentru creșterea competitivității în sectorul TI și în domeniile de cercetare științifică.
3. *Necesitatea de atragere a investițiilor private în cercetare și dezvoltare.* Una dintre concluziile documentului [1] este că relația de colaborare dintre sectorul privat și universitățile din Moldova este puțin valorificată. Facultățile STEM trebuie să se angajeze mai activ în formarea de parteneriate public-private, care să sprijine atât cercetarea universitară, cât și transferul de tehnologie către sectorul de afaceri. Atragerea de investiții private în cercetare și dezvoltare este esențială pentru susținerea inovației în domenii strategice, precum IT și științele exacte.
4. *Lipsa motivației pentru studiile în domeniul STEM.* Tinerii manifestă un interes scăzut pentru studiul științelor reale, fapt care duce la diminuarea numărului de elevi și studenți din domeniul STEM. Sistemul educațional din țară nu-i expune suficient la problemele reale și aplicabilitatea disciplinelor reale în viața de zi cu zi. În plus, cu excepția sectorului TI, salariile și oportunitățile în domeniul STEM din țară sunt mai mici decât în UE.
5. *Exodul de talente.* Majoritatea olimpicilor (naționali și internaționali) la științele STEM își continuă studiile la universități din străinătate. Acest fapt sugerează o neîncredere față de performanțele sistemului educațional universitar din țară.

Concluzii și recomandări

Facultățile care pregătesc specialiști în domeniul STEM vor juca un rol esențial în implementarea programului de specializare inteligentă în țară. Acestea nu doar că vor forma viitoarele generații de specialiști în domenii strategice, dar vor contribui și la dezvoltarea capacităților de cercetare și inovare. Totuși, lipsa infrastructurii adecvate, finanțarea insuficientă și emigrarea tinerilor reprezintă provocări majore care pot limita impactul acestor facultăți. Drept urmare se pot sintetiza următoarele **recomandări** cu referire la susținerea eforturilor facultăților din domeniul STEM de participare la implementarea acțiunilor de specializare inteligentă a Republicii Moldova:

1. *Revizuirea programelor de studii domeniul STEM*: Facultățile trebuie să își adapteze curricula pentru a răspunde nevoilor pieței, să ofere formare practică și să integreze tehnologii noi, cum ar fi inteligența artificială și analiza datelor mari.
2. *Creșterea investițiilor în infrastructurile educaționale și cele de cercetare*: Guvernul, sectorul privat și universitățile ar trebui să investească în modernizarea infrastructurilor de cercetare și a celor de educație, oferind resurse suficiente pentru a susține o educație de calitate și o cercetare aplicată de nivel înalt în domeniile STEM. Sunt necesare investiții în modernizarea laboratoarelor și în echipamentele necesare cercetării avansate.
3. *Motivarea cercetării în didactică și pedagogie inovatoare*: Universitățile ar trebui să investească mai mult în cercetarea privind metodele pedagogice moderne, în special în domeniile STEM, pentru a îmbunătăți calitatea educației la toate nivelurile.
4. *Stimularea colaborărilor public-private*: Facultățile STEM trebuie să intensifice parteneriatele cu companiile private pentru a facilita transferul de tehnologie și pentru a oferi studenților oportunități de angajare în sectorul privat.
5. *Politici de retenție a tinerilor specialiști*: Este esențial să se implementeze politici care să reducă exodul tinerilor specialiști, prin oferirea de oportunități atractive de carieră, salarii competitive și condiții de muncă stimulative pentru absolvenții facultăților STEM.

Prin aceste măsuri, facultățile din domeniul STEM pot contribui decisiv la succesul programului SMART MOLDOVA, promovând o economie bazată pe cunoaștere și inovare, esențială pentru dezvoltarea sustenabilă a țării.

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale din perspectiva conceptului STEAM și Inteligenței Artificiale”, codul 040101, din cadrul Programului instituțional de cercetare (2024-2027), aprobat prin Ordin MEC nr. 102 din 01.02.2024

Bibliografie

1. Programului național de specializare inteligentă al Republicii Moldova pentru anii 2024-2027 „SMART MOLDOVA”, <https://gov.md/sites/default/files/document/attachments/nu-135-mec-2024.pdf>
2. CHIRIAC L., BRAICOV A., VEVERIȚA T., et al. Evaluarea procesului de studiere a științelor reale și ale naturii din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM). Chișinău: Tipografia Centrală, 252 p. ISBN 978-9975-50-0.
3. GREMALSCHI A., CHIRIAC L., CHIRIAC E., et al. Reconceptualizarea procesului de studiere a științelor reale din perspectiva inter/transdisciplinarității și valorificării educației STEM. Chișinău: 2023. Bons Offices, 80 p. ISBN 978-5-36241-1 16-9.

**UTILIZAREA EXPRESIILOR REGULATE
ÎN LIMBAJELE DE PROGRAMARE C++, JAVASCRIPT ȘI JAVA
ÎN CADRUL ORELOR DE INFORMATICĂ**

Olga CERBU, doctor, conferențiar universitar, USM

<https://orcid.org/0000-0002-6278-7115>

Elena CHISTOL, profesoară de informatică

IP LT „Ștefan Holban”

Rezumat. Acest articol explorează utilizarea expresiilor regulate (regex) în limbajele de programare C++, JavaScript și Java, cu accent pe aplicarea lor în cadrul orelor de informatică din liceele din Republica Moldova. Expresiile regulate sunt un instrument puternic pentru manipularea și validarea șirurilor de caractere, jucând un rol esențial în educația informatică modernă. Integrarea acestora în curriculum oferă elevilor oportunități de a înțelege și aplica noțiuni fundamentale din matematică și logică, alături de dezvoltarea competențelor de programare. Articolul prezintă exemple concrete și propune strategii de implementare a regex-urilor în procesul de predare.

Cuvinte cheie: informatica, predare, competența de programare, limbaj de programare, Java, C++, JavaScript, expresie regulată.

Summary. This article explores the use of regular expressions (regex) in languages of C++, JavaScript and Java programming, with an emphasis on their application in computer science classes from high schools in the Republic of Moldova. Regular expressions are a powerful tool for manipulating and validating strings, playing an essential role in computer education modern. Integrating these into the curriculum provides opportunities for students to understand and apply fundamental notions of mathematics and logic, along with the development of skills of programming. The article presents concrete examples and proposes strategies for implementing regex in the teaching process.

Keywords: computer science, teaching, programming competence, programming language, Java, C++, JavaScript, regular expression.

Introducere

În era digitală, programarea devine o abilitate de bază, iar în liceele din Republica Moldova, orele de informatică sunt esențiale pentru dezvoltarea competențelor tehnice ale elevilor. Limbajele de programare precum C++, JavaScript și Java sunt introduse în cadrul curriculei, iar utilizarea expresiilor regulate reprezintă un subiect esențial pentru elevii care învață să lucreze cu date textuale. Expresiile regulate permit căutarea, manipularea și validarea șirurilor de caractere pe baza unor șabloane definite, fiind folosite în aplicații reale de prelucrare a textului, dezvoltarea de software și automatizare.

Expresii regulate reprezintă secvențe de caractere speciale care descriu un tipar ce poate fi folosit pentru a găsi sau manipula alte șiruri de caractere. În educația liceală, aceste concepte oferă o oportunitate pentru predarea integrată a noțiunilor din matematică și

programare, promovând o abordare interdisciplinară în spiritul conceptului STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics).

1. Importanța expresiilor regulate la orele de informatică

În predarea informaticii, este important ca elevii să înțeleagă cum pot fi utilizate expresiile regulate pentru a rezolva probleme practice. Expresiile regulate sunt utile în domenii diverse, cum ar fi procesarea textelor, validarea datelor de intrare, programarea web și programarea automată a sarcinilor repetitive. În C++, JavaScript și Java, expresiile regulate (regex) sunt incluse în librăriile standard, facilitând accesul la aceste instrumente în timpul orelor de informatică.

1.1 Expresii regulate în C++

În C++, expresiile regulate sunt gestionate prin librăria <regex>, introdusă în standardul C++11 [1]. Funcții precum `regex_search`, `regex_match`, și `regex_replace` permit elevilor să caute și să manipuleze șiruri de caractere.

Exemplu:

```
#include <iostream>
#include <regex>
using namespace std;

int main() {
    string text = "exemplu@test.com";
    regex email_regex("^([\\w-]+@[\\w-]+\\. [a-zA-Z]{2,}$");

    if (regex_match(text, email_regex)) {
        cout << "Email valid" << endl;
    } else {
        cout << "Email invalid" << endl;
    }
    return 0;
}
```

În cadrul orelor de informatică, acest exemplu le arată elevilor cum pot valida un șir de caractere, folosind expresii regulate ce verifică formatul unui email.

1.2 Expresii regulate în JavaScript

JavaScript oferă suport nativ pentru regex-uri, ceea ce face limbajul ideal pentru lecții practice de validare a datelor și manipulare de texte, mai ales în contextul dezvoltării web [2]. Expresiile regulate pot fi create, fie cu ajutorul constructorului `RegExp`, fie cu o sintaxă literală.

Exemplu:

```
let email = "exemplu@test.com";
let pattern = /^[\\w-]+@[a-zA-Z]+\\. [a-zA-Z]{2,}$/;

if (pattern.test(email)) {
    console.log("Email valid");
} else {
    console.log("Email invalid");
}
```

Acest cod poate fi utilizat pentru a facilita înțelegerea de către elevi a procesului de validare a input-urilor în aplicații web, un subiect relevant și interesant pentru cursanți.

1.3 Expresii regulate în Java

În Java, expresiile regulate sunt gestionate cu ajutorul claselor `Pattern` și `Matcher` din pachetul `java.util.regex`[3]. Aceste clase facilitează procesul de definire și utilizare a regex-urilor în aplicații Java, oferind elevilor o experiență practică în lucrul cu șiruri de caractere.

Exemplu:

```
import java.util.regex.*;

public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        String text = "exemplu@test.com";
        String regex = "[\\w-]+@[a-zA-Z]+\\. [a-zA-Z]{2,}$";
        Pattern pattern = Pattern.compile(regex);
        Matcher matcher = pattern.matcher(text);

        if (matcher.matches()) {
            System.out.println("Email valid");
        } else {
            System.out.println("Email invalid");
        }
    }
}
```

Elevii vor putea experimenta lucrul cu regex-uri și în cadrul aplicațiilor Java, oferind o viziune extinsă asupra modului în care aceste șabloane pot fi utilizate în diferite contexte.

2. Integrarea expresiilor regulate în curriculumul de informatică

În cadrul orelor de informatică din liceele cu profil real din țară, integrarea expresiilor regulate în curriculum ar putea aduce numeroase beneficii educaționale:

- **Îmbunătățirea abilităților de gândire logică:** Expresiile regulate necesită o gândire structurată și logică, competențe esențiale pentru orice programator.
- **Aplicabilitate interdisciplinară:** Regex-urile pun accent pe legătura dintre matematică (limbaje formale, teoria automatelor) și programare.
- **Aplicații reale:** Elevii pot învăța cum să folosească regex-urile pentru validarea inputurilor, lucru care este esențial în dezvoltarea de aplicații sigure și eficiente. Pentru integrarea regex-urilor la lecțiile de informatică se recomandă:
 1. **Introducere teoretică:** Predarea conceptelor de bază ale expresiilor regulate, inclusiv semnificația operatorilor și metacaracterelor, este necesară pentru înțelegerea acestora.
 2. **Exerciții practice:** Utilizarea expresiilor regulate pentru a valida formate de emailuri, numere de telefon sau adrese URL reprezintă un bun punct de plecare pentru a conecta teoria cu practica.
 3. **Proiecte interdisciplinare:** Profesorii pot crea proiecte care implică aplicarea regex-urilor în diferite contexte, cum ar fi automatizarea sarcinilor repetitive sau prelucrarea datelor textuale în mod eficient.

Concluzii

Expresiile regulate reprezintă un instrument valoros pentru elevii care studiază programarea, în special în contextul orelor de informatică din liceele cu profil real din Republica Moldova. Prin integrarea lor în curriculum, elevii pot învăța nu doar cum să manipuleze și să valideze șiruri de caractere, ci și cum să aplice concepte matematice și logice într-un cadru practic. Astfel, predarea regex-urilor oferă un suport esențial pentru dezvoltarea competențelor STEAM și a gândirii algoritmice.

Bibliografie

1. Documentație C++ <regex> - C++ Reference. [Link](#)
2. Documentație JavaScript Regex - MDN Web Docs. [Link](#)
3. Documentație Java Pattern - Oracle Docs. [Link](#)

UTILIZAREA EXPRESIILOR LAMBDA ÎN LIMBAJUL DE PROGRAMARE JAVA

Olga CERBU, doctor, conferențiar universitar, USM

<https://orcid.org/0000-0002-6278-7115>

Iuliana MAFTEA, student, UPSC

Rezumat. Paradigmele de programare oferă sugestii privind modul în care ar trebui structurat codul pentru a rezolva problema pe care o avem. Paradigma funcțională este cea care se concentrează pe utilizarea funcțiilor ca unități fundamentale de abstracție, dar și pe evitarea mutabilității și a efectelor secundare. Caracteristic fiind descrierea logicii în mod declarativ, adică punem accent pe exprimarea a ceea ce dorim de a fi realizat, mai degrabă decât pe modul sau pașii pentru ca asta să fie posibil. O modalitate de utilizarea acestei paradigme în limbajul de programare Java fiind expresiile lambda.

Cuvinte cheie: limbaj de programare, Java, expresie lambda, funcție, parametru, interfață funcțională.

Summary. Programming paradigms provide suggestions on how code should be structured to solve the problem at hand. The functional paradigm is the one that focuses on using functions as fundamental units of abstraction, but also on avoiding mutability and side effects. It is characteristic to describe the logic declaratively, that is, we emphasize the expression of what we want to achieve, rather than the way or steps to make it possible. One way to use this paradigm in the Java programming language is lambda expressions.

Keywords: programming language, Java, lambda expression, function, parameter, functional interface.

O **expresie lambda** este o linie sau un bloc de cod care primește o listă de parametri de intrare și care poate returna un careva rezultat. Ele permit scrierea de logică concisă fără a necesita o declarație completă a unei metode [2].

Expresia lambda e creată din 3 părți, toate fiind obligatorii: lista de parametri, săgeata și corpul expresiei, având forma generală: (parametri) -> expresie (de ex.: `x -> x * 2`). Pentru declararea lor sunt careva reguli:

- Se pot omite parantezele pentru un singur parametru. De ex.: `z -> z - 10`.
- Parantezele sunt obligatorii în caz că nu primește parametri. De ex.: `() -> 7`.
- Parantezele sunt necesare dacă ai mai mulți parametri. De ex.: `(x, y) -> y / x`.
- Tipurile de date pentru parametri sunt opționale, deci deduse de compilator, dar pot fi și specificate explicit. De ex.: `(double x, double y) -> x + y`.
- Dacă corpul lambda constă dintr-o singură expresie, nu este nevoie de paranteze sau de cuvântul cheie. De ex.: `return: str -> str.toUpperCase()`.
- Dacă ai nevoie de mai multe instrucțiuni, folosești un bloc de cod cu `{ }` și trebuie să incluzi cuvântul cheie `return` dacă returnezi o valoare. De ex.: `(Integer x) -> {return String.valueOf(x);}`.

Expresiile lambda, o modalitate de a defini funcții anonime, au o legătură strânsă cu conceptele matematice, în special cu calculul funcțional o ramură în matematică care se ocupă cu studiul funcțiilor și al relațiilor între acestea. Aceasta este vizibil chiar la definirea funcțiilor unde putem corela notația matematică: $f(x) = x^2$, cu implementarea în limbajul Java: `x -> x*x`. Astfel, acestea oferă o modalitate concisă și eficientă de a defini funcții în programare, având aplicații diverse în domeniile STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) privind modelarea, analiza și soluționarea problemelor complexe.

Expresiile lambda sunt adesea folosite pentru *funcțiile pure*, care sunt un concept central în programarea funcțională și se caracterizează prin următoarele trăsături: întotdeauna aceeași valoare de ieșire pentru aceleași valori de intrare și nu modifică starea programului sau a datelor externe. Expresiile lambda se utilizează pentru acest tip de funcții, deoarece au o constrângere că pot accesa doar variabilele din contextul lor, dar acestea trebuie să fie variabile finale, sau efectiv finale. Ele având un comportament predictibil, iar dacă lambda ar putea modifica variabilele externe, ar putea duce la efecte secundare necontrolate și la un cod mai greu de întreținut.

O *interfață funcțională* este o interfață care conține exact o metodă abstractă. Scopul ei principal este de a fi implementată sub formă de expresie lambda care îi corespunde listei de parametri și tipului de returnare. În JDK există un pachet numit `java.util.function` cu acest tip de interfețe care acoperă mare parte din necesitățile uzuale pe care le avem atunci când scriem cod [1]. Din acest pachet fac parte: `Function`, `BiFunction`, `Predicate`, `Supplier`, `Consumer` etc.

Pentru a crea o interfață funcțională personalizată folosim adnotarea `@FunctionalInterface` astfel compilatorul va verifica dacă interfața respectă condițiile de a fi funcțională.

```
@FunctionalInterface
public interface MyFunction {
    int perform(int a, int b);
}
```

Pentru a apela expresia lambda, folosim metoda din interfața funcțională, așa cum am face cu orice altă metodă.

```
public class LambdaExample {
    public static void main(String[] args) {
        MyFunction adunare = (a, b) -> a + b;
        int sum = adunare.perform(5, 3);
        System.out.println("Suma: " + sum);
    }
}
```

Implementarea interfeței funcționale `Function`, este utilă pentru a crea funcții care acceptă un argument de tip `T` și returnează un rezultat de tip `R`. Un exemplu de aplicare este calcularea valorilor funcțiilor în diferite ordonate, aceasta fiind utilă în analize matematice. Semnătura metodei din această interfață este: `R apply(T t)`.

Exemplu: Calculează valorile funcției $f(x) = x^2 + 5x + 8$ pentru x în intervalul -10 la 10.

Rezolvare:

```
import java.util.function.Function;

public class FunctionCalculator {
    public static void main(String[] args) {
        Function<Integer, Integer> f = x -> x * x + 5 * x + 8;
        for (int x = -10; x <= 10; x++) {
            int value = f.apply(x);
            System.out.println("f(" + x + ") = " + value);
        }
    }
}
```

Comparator este o interfață funcțională care definește o metodă pentru a compara două obiecte și a determina ordinea lor. Este adesea folosit pentru a specifica cum ar trebui să fie sortate obiectele într-o colecție, printr-o expresie lambda. Semnătura metodei din această interfață este: `int compare(T o1, T o2)`.

Exemplu: Sortează un masiv de șiruri de caractere, în funcție de lungimea lor, în ordine crescătoare.

Rezolvare:

```
import java.util.Arrays;

public class SortStringsByLength {
    public static void main(String[] args) {String[]
        anotimpuri = {"vara", "toamna", "primavara", "iarna"};
        Arrays.sort(fruits, (s1, s2) -> Integer.compare(s1.length(),
            s2.length()));
        System.out.println("Rezultat: " + Arrays.toString(fruits));
    }
}
```

Predicate este o interfață funcțională care reprezintă o funcție care primește un argument și returnează un rezultat de tip boolean. Este folosit frecvent pentru a evalua condiții sau a filtra colecții de date. Semnătura metodei din această interfață este: `boolean test(T t)`.

Exemplu: Filtrează doar numerele pare dintr-o listă de numere întregi.

Rezolvare:

```
import java.util.Arrays;
import java.util.List;
import java.util.function.Predicate;
import java.util.ArrayList;

public class PredicateExample {
    public static void main(String[] args) {
        List<Integer> numere = Arrays.asList(1, 2, 3, 4, 5);
        Predicate<Integer> estePar = x -> x % 2 == 0;
        List<Integer> numerePare = filter(numere, estePar);
        System.out.println("Numerele pare din lista: " +
                            numerePare);
    }

    public static List<Integer> filter(List<Integer>
                                     list, Predicate<Integer> predicate) {
        List<Integer> rezultat = new ArrayList<>();
        list.forEach(x -> {
            if (predicate.test(x)) {
                rezultat.add(x);
            }
        });
        return rezultat;
    }
}
```

Concluzii

Expresiile lambda în Java au devenit o caracteristică importantă ce aduce o serie de beneficii semnificative. Ele permit scrierea codului mai scurt și mai clar. De asemenea, acestea facilitează adoptarea unui stil de programare funcțional. În matematica aplicată și inginerie, expresiile lambda sunt utile pentru modelarea comportamentului sistemelor complexe prin funcții care pot fi evaluate rapid.

Bibliografie

1. Oracle. (n.d.). *Java SE Documentation*. Oracle. <https://docs.oracle.com/javase/docs/>
2. BLOCH, J. *Effective Java* (3rd ed.). Addison-Wesley, 2018.

OPINIA ȘI MOTIVAȚIA ELEVILOR ÎN PROCESUL DE STUDIERE A MATEMATICII DIN PERSPECTIVA STEAM

Liubomir CHIRIAC, dr. hab., prof. univ.

<https://orcid.org/0000-0002-5786-5828>

Maria PAVEL, dr., conf. univ.

<https://orcid.org/0000-0003-4803-6398>

Tatiana VEVERIȚA, dr., conf. univ.

<https://orcid.org/0000-0002-0798-0174>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău

Rezumat. În articol este examinată **opinia și motivația elevilor în procesul de studiere a matematicii din perspectiva STEAM**. Informația prelucrată se bazează pe realizarea unui sondaj de opinie printre elevi, care a avut drept scop scoaterea în evidență a preferințelor elevilor vis-a-vis de disciplinele STEAM și gradul de implicare în învățarea acestora.

Cuvinte cheie: educație, discipline STEAM, matematica, sondaj de opinie.

Abstract. The article examines the opinion and motivation of students in the process of studying mathematics from a STEAM perspective. The processed information is based on a survey among students from the pre-university system, in which the aim was to highlight the students' preferences vis-à-vis STEAM disciplines and the degree of involvement in their learning.

Keywords: education, STEAM subjects, mathematics, opinion poll.

1. Matematica - limbajul universului

Celebrul Galileo Galilei susținea că: „*Matematica este limba cu care Dumnezeu a scris universul*”. Din această perspectivă, cultivarea pasiunii și interesului pentru studierea matematicii de către tânără generație rămâne a fi prioritate majoră pentru sistemul educațional din Republica Moldova. În contextul dat Immanuel Kant puncta că „*în fiecare știință particulară a naturii se poate găsi numai exact atâta știința autentică, câtă matematica conține*”.

Mai jos evidențiem câteva exemple clasice privind implementarea matematicii în rezolvarea provocărilor moderne ale omenirii și contribuția la dezvoltarea științelor. Astfel:

- *Teoria grupurilor joacă un rol central în dezvoltarea modernă a matematicii, fizicii, chimiei, biologiei etc. În contextul dat menționăm faptul că teorema de clasificare a grupurilor finite este una dintre marile realizări ale matematicii moderne. Dovada constă în zecile de mii de pagini din câteva sute de articole din reviste științifice scrise de aproximativ 100 de autori, publicate în cea mai mare parte între 1955 și 2004. Teorema de clasificare are aplicații în multe ramuri ale matematicii, fizicii, chimiei etc. Este necesar de menționat că **aplicațiile teoremei***

de structură a grupurilor finite simple a influențat benefic și dezvoltarea teoriei codurilor;

- *Se cunoaște bine că calculul tensorial dezvoltat în anii 1870 a constituit un instrument de baza în dezvoltarea teoriei relativității a lui Einstein (1910);*
- *Iar implementarea geometriei lui Riemann a jucat un rol decisiv în constituirea teoriei relativității;*
- *Este recunoscut faptul că Teoria matricelor inițiată în 1860 a fost implementată cu succes în anul 1925 în descrierea sistemelor atomice;*
- *Este unanim cunoscut faptul că utilizarea algebrelor Lie a jucat un rol determinant în studiul particulelor elementare;*
- *Se știe că aplicațiile analizei funcționale, prin teoria bifurcației, în cercetarea unor fenomene chimice și fizice s-a dovedit a fi foarte eficientă.*

2. Rezultatele înregistrate de elevii moldoveni la susținerea testului internațional PISA

Se cunoaște faptul că cel mai recent test PISA a fost susținut de elevii moldoveni, în lunile martie-mai, anul 2022. Experții analizând rezultatele înregistrate de elevi la realizarea testului internațional PISA, au ajuns la concluzia că ele sunt slabe. Menționăm faptul că fiecare al doilea elev de 15 ani din Republica Moldova implicați la scrierea testului (adică 50% din elevi) au atins cel puțin nivelul minim de competențe la două probe: **lectură** și **științe**. Dar care este situația la matematică? Iar la matematică doar 44.3% din elevi au înregistrat nivelul minim de competențe. Evident, mai slab comparativ cu lectura și științele.

În total au participat la susținerea testului PISA circa 6.800 de elevi de 15 ani, ceea ce reprezenta în anul 2022, aproximativ **23%** din numărul total al elevilor de vârstă respectivă din Republica Moldova.

Rezultatele obținute de elevii moldoveni au plasat Republica Moldova pe locul **45 din 81** de țări, în urma *Bulgariei, Mongoliei, Kazahstanului și României*. În fruntea clasamentului sunt așa țări ca: *Singapore, Japonia, Coreea de Sud, Estonia, Elveția și Canada*. Rezultatele după cum se vede nu sunt dintre cele mai bune.

Testarea PISA în opinia noastră se face din perspectiva STEAM. În acest context nu se cere formularea anumitor teoreme ori afirmații matematice dar se pune accentul pe aplicarea cunoștințelor la soluționarea unor probleme practice din viața reală. De la elev nu se cere să scrie o noțiune ori concept din matematică, dar se solicită de la el să înțeleagă în ce condiții poate fi utilizat conceptul examinat la rezolvarea unei probleme ne standarde.

Mai jos vom examina un exemplu de item inclus în testul PISA 2022.

Modelul triunghiular. Elevilor li se prezintă un triunghi format din 4 rânduri de triunghiuri roșii și albastre.

Item 2. Elevilor li se solicită să extindă modelul triunghiului cu încă un rând și să determine procentul de triunghiuri albastre în noul triunghi format.

O abordare distinsă de ceea ce există în manualele din țară. Cunoștințele matematice se aplică la rezolvarea unei probleme care este generată de o situație reală. Situațiile respective se includ în abordările de tip STEAM
În anul 2025, OCDE va desfășura o nouă testare PISA, urmând ca rezultatele să fie publicate în decembrie 2026. Să examinăm în prezent care este atitudinea elevilor în raport cu procesul de studiere a matematicii.

3. Structura eșantionului de cercetare

Eșantionul inclus în cercetare a fost constituit din 110 elevi din clasele a 7-a și a 8-a. Sondajul a fost desfășurat în cadrul următoarelor instituții de învățământ: IP Gimnaziu „Liubomir Chiriac”, s. Antonești (16%), raionul Cantemir; IP Liceul Teoretic „Alecu Russo”, Orhei (48%) și Instituția Privată Liceul „Da Vinci” (36%).

Structura eșantionului de cercetare este următoare: astfel, 30% dintre respondenți sunt elevi de clasa a 7-a, iar 70% sunt elevi de clasa a 8-a.

Vârsta medie a elevilor incluși în sondaj este de 13.9 ani, dintre care: elevi de 12 ani circa 1%, elevi de 13 ani aproximativ 28%, elevi de 14 ani circa 55%, elevi de 15 ani 15% și elevi de 16 ani circa 1%.

Tabelul 1. Structura eșantionului de elevi după clase și vârste

În ce clasă ești anul acesta?	12 ani	13 ani	14 ani	15 ani	16 ani	Total
Clasa 8	0.0 %	6.5 %	71.4 %	20.8 %	1.3 %	100%
Clasa 7	3.0 %	78.8 %	18.2 %	0.0 %	0.0 %	100%
Total	0.9 %	28.2 %	55.5 %	14.5 %	0.9 %	

Din tabelul de structură a eșantionului de elevi după clase și vârste, se observă că majoritatea elevilor de clasa a 7-a au 13 ani (78.8%), iar majoritatea elevilor de clasa a 8-a au 14 ani (71.4%).

Cu referire la sexul elevilor care au participat la sondaj, s-a constatat că 64% dintre elevi sunt fete iar 36% sunt băieți.

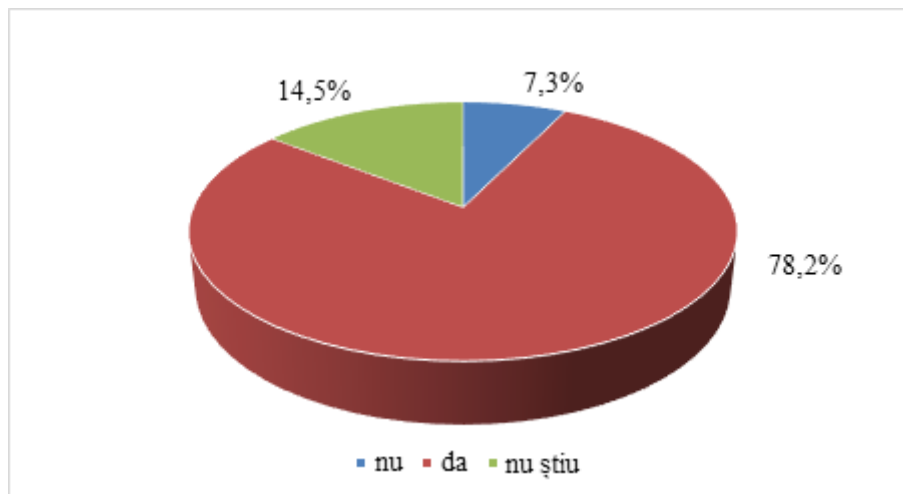


Figura 1. Distribuția dorinței de implicare a elevilor în implementarea proiectelor STE(A)M

Marea majoritate a elevilor (91%) afirmă că au auzit de proiectele STE(A)M și doar 5% din respondenți neagă acest fapt, pe când 4% dintre elevii incluși în sondaj sunt confuzi vis-a-vis de cunoașterea acestui concept. Acest tablou nu prinde contur prea ferm, deoarece chiar și elevii care au menționat că nu auzit de proiectele STE(A)M, totuși afirmă că în ultimii ani în clasa lor au fost implementate proiecte STE(A)M. Astfel, 50% din respondenți consideră că în clasa lor au fost implementate proiecte STE(A)M pe parcursul ultimilor 2 ani, 35.5% - pe parcursul ultimului an, 9.1% - pe parcursul ultimilor 3 ani, iar restul de 5.4% - pe parcursul ultimilor 4-7 ani.

**Tabelul 2. Ponderea gradului de implicare a elevilor
în implementarea proiectelor STE(A)M**

Ai vrea să te implici în implementarea unui proiect STEAM în clasa ta?	% din total
da	78.2 %
nu	7.3 %
nu știu	14.5 %

De asemenea, respondenții au manifestat dorința de a se implica în implementarea proiectelor STE(A)M în clasele lor în proporție de 78.2%, totodată 7.3% dintre elevi dezaprobă această implicare, pe când 14.5% sunt indeciși.

4. Preferințele elevilor față de disciplinele STE(A)M

O componentă importantă a implementării conceptului STEAM ține de profunzimea cunoștințelor în domeniul matematicii și competențele privind aplicarea matematicii la soluționarea problemelor practice.

În continuare, în sondaj s-a dorit scoaterea în evidență a preferințelor elevilor vis-a-vis de disciplinele STE(A)M și gradul de implicare în învățarea acestora. Pe o scală de la 1 (total dezacord) la 5 (total de acord), respondenții au selectat în ce măsură sunt de acord cu afirmațiile care țin de studierea și aplicarea matematicii, științei, tehnologiilor etc. În această analiză ne vom referi doar la disciplina școlară Matematica.

Tabelul 3. Opinia elevilor vis-a-vis de disciplina școlară Matematica

Item	Scala de măsură				
	1 (total dezacord)	2 (dezacord parțial)	3 (nici acord, nici dezacord)	4 (acord parțial)	5 (total de acord)
<i>Matematica este dificilă pentru mine</i>	17.3 %	34.5 %	23.6 %	10.9 %	13.6 %
<i>Sunt genul de elev care se descurcă bine la matematică</i>	9.1 %	12.7 %	22.7 %	30.9 %	24.5 %
<i>Mă descurc bine la majoritatea disciplinelor, dar nu mă descurc bine la matematică</i>	22.7 %	21.8 %	30.0 %	13.6 %	11.8 %
<i>Sunt sigur că aș putea face exerciții și probleme avansate la matematică</i>	10.0 %	13.6 %	38.2 %	21.8 %	16.4 %
<i>Pot obține note bune la matematică</i>	2.7 %	8.2 %	17.3 %	28.2 %	43.6 %
<i>Sunt bun la matematică</i>	4.5 %	10.9 %	31.8 %	30.9 %	21.8 %
<i>Aș lua în considerare să aleg o carieră care folosește matematica</i>	17.3 %	16.4 %	29.1 %	23.6 %	13.6 %

Conform răspunsurilor obținute putem afirma că:

- Circa **51.8%** din cei intervievați își exprimă dezacordul total și parțial privind faptul că *matematica este dificilă pentru studiu*. Iar **24.5%** din elevi sunt total de acord și

parțial de acord că este complicat de studiat matematica. Iar **23.6%** din elevi nu își exprimă nici acordul nici dezacordul.

- Totodată, din totalul de subiecți ai eșantionului, **55.4%** dintre elevi sunt total de acord și parțial de acord că se descurcă bine la matematică. Iar **9.1%** dezaprobă total această afirmație și **12.7%** își exprimă dezacordul parțial. Aproximativ **22.7%** nu sunt nici de acord, nici dezacord cu faptul că se descurcă bine la matematică.
- În raport cu celelalte discipline, **44.5%** dintre elevi sunt parțial dezacord și își exprimă total dezacordul cu afirmația că se „*descurcă bine la majoritatea disciplinelor, dar nu se descurcă bine la matematică*”. Circa **25.4%** din respondenți sunt total și parțial de acord cu această afirmație. Indecișii (nici acord nici dezacord) reprezintă aproximativ **30%** din cei chestionați.
- Cu afirmația că „*Sunt sigur că aș putea face exerciții și probleme avansate la matematică*” sunt total și parțial de acord circa **38.2%** din elevii chestionați. La fel **38.2%** din respondenți rămân indeciși (nici acord, nici dezacord). Iar **23.6%** își exprimă total și parțial dezacordul în raport cu afirmația respectivă.
- Faptul că „*pot obține note bune la matematică*” sunt total și parțial de acord circa **71.8%** din elevi. Iar aproximativ **10.9%** din respondenți sunt total și parțial dezacord. Aproape **17.3%** rămân nesiguri (nici acord, nici dezacord) că pot obține note bune la matematică.
- „*Sunt bun la matematică*” afirmă circa **52.7%** din elevi (total și parțial acord). Iar **15.4%** sunt complet și parțial dezacord cu afirmația respectivă. Aproximativ **31.8%** rămân incerti (nici acord, nici dezacord).
- Cu afirmația că „*Aș lua în considerare să aleg o carieră care folosește matematica*” sunt total și parțial de acord, circa **37.2%** din elevi. Aproape **33.7%** își exprimă total și parțial dezacordul cu afirmația dată. Iar aproape **29.1%** nu știu încă cum să procedeze în raport cu propria carieră (nici acord, nici dezacord).

Concluzii și tendințe

Să observăm, în opinia noastră, unele tendințe interesante.

1. Aproximativ **22%** din elevii intervievați nu manifestă dorința ori nu știu dacă doresc să se implice în desfășurarea proiectelor STEAM din propria școală.
2. Aproximativ **24.5%** din elevi sunt total de acord și parțial de acord că este complicat de studiat matematica, iar **23.6%** din elevi nu își exprimă nici acordul nici dezacordul. După cum se vede mai mult de **48%** din respondenți nu sunt foarte entuziasmați de procesul de studiere a matematicii.
3. În schimb, circa **71.8%** din elevi susțin (total și parțial) că „*pot obține note bune la matematică*”. În același timp circa **38.2%** afirmă (total și parțial) că sunt „*siguri că ar putea face exerciții și probleme avansate la matematică*”. Probabil că notele

bune se pot obține mai ușor comparativ cu soluționarea unor probleme mai avansate la matematică. Totodată, **38%** din elevi nu-și manifestă nici acordul, nici dezacordul în acest sens.

4. Astfel, aproximativ **48%** din elevi dau de înțeles că nu sunt încântați de studierea matematicii. Dar totodată, circa **71.8%** susțin că pot obține note bune la matematică, chiar dacă doar **38%** din ei pot afirma că pot face față la o problemă. Acest fapt, într-un anumit fel, explică și de ce se obțin rezultate proaste la testul PISA, matematică

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetare științifică „Global Issue-Oriented STEAM Teaching to Create a more Sustainable Future”, cod 24.80013.0807.2TR, din cadrul proiectelor bilaterale moldo-turce (2024-2025), prioritatea strategică IV „Provocări Societale”, cu sprijinul financiar oferit de Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare

Bibliografie

1. CHIRIAC, L. (red.) et all. *Reconceptualizarea procesului de studiere a științelor reale din perspectiva inter/transdisciplinarității și valorificării educației STEAM*. monografie, colectivi autori, Chișinău: UPSC, BONS Offices, 2023. 80 p. ISBN 978-5-36241-116-9.
2. <https://www.edupedu.ro/itemi-pisa-2022-exemple-de-probleme>
3. Sondaj de opinie (nepublicat) realizat de Catedra ITI, UPSC în perioada aprilie, mai 2024.

**AUXILIARUL DIGITAL DE MATEMATICĂ: UN INSTRUMENT INOVATIV
ÎN FORMAREA COMPETENȚELOR MATEMATICE
ÎN ÎNVĂȚĂMÂNTUL PRIMAR**

Victoria EFROS, cercetător

<https://orcid.org/0009-0001-9419-7785>

Tatiana CHIRIAC, dr., conf. univ.

<https://orcid.org/0000-0002-6122-1937>

Catedra Informatică și Tehnologii Informaționale

Facultatea Fizică, Matematică și Tehnologii Informaționale

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”

Rezumat. În contextul educației contemporane, digitalizarea resurselor educaționale devine esențială pentru adaptarea procesului de învățare la nevoile diverse ale elevilor. Acest articol explorează utilizarea auxiliarului digital „Matematica Competitivă” în formarea competențelor matematice de bază la elevii din ciclul primar, subliniind rolul platformei MDIR Constructor 3.0. Platforma facilitează transformarea resurselor educaționale în materiale interactive și personalizate, oferind un cadru flexibil și adaptabil care răspunde ritmului de învățare al fiecărui elev. Activitățile și sarcinile sunt progresive, fiind integrate elemente ludice și interactive pentru a stimula implicarea și gândirea critică. Implementarea acestui auxiliar a demonstrat eficiența resurselor digitale în îmbunătățirea performanțelor academice și în creșterea motivației elevilor, oferind o experiență educațională captivantă și personalizată.

Cuvinte-cheie: auxiliar digital de matematică, resurse educaționale digitale, competențe matematice.

Abstract. In the context of contemporary education, the digitalization of educational resources is essential to adapt the learning process to the diverse needs of students. This article explores the use of the digital auxiliary "Mathematica Competitiva" in developing basic mathematical skills for primary school students, emphasizing the role of the MDIR Constructor 3.0 platform. The platform facilitates the transformation of educational resources into interactive and personalized materials, providing a flexible and adaptable framework that meets each student's learning pace. Activities and tasks are progressive, incorporating playful and interactive elements to stimulate engagement and critical thinking. The implementation of this auxiliary has demonstrated the effectiveness of digital resources in improving academic performance and increasing student motivation, offering an engaging and personalized educational experience.

Keywords: digital auxiliary, digital educational resources, mathematical skills.

În contextul actual al educației, digitalizarea a devenit un pilon fundamental pentru adaptarea proceselor de învățare la nevoile diverse ale elevilor. Integrarea resurselor educaționale digitale oferă oportunități semnificative pentru personalizarea învățării, facilitând accesul la resurse variate și interactive. Raportul Comisiei Europene „*The Digital Education Action Plan (2021-2027)*”, subliniază necesitatea dezvoltării competențelor digitale la elevi, punând un accent deosebit pe utilizarea tehnologiilor educaționale interactive în sprijinul învățării matematice [1].

La nivelul învățământului primar, formarea competențelor matematice de bază este esențială pentru dezvoltarea cognitivă timpurie a elevilor. Conform raportului „*Realizing the Future of Learning: From Learning Poverty to Learning for Everyone, Everywhere*” publicat de Banca Mondială, resursele educaționale digitale contribuie la îmbunătățirea abilităților de rezolvare a problemelor și la o înțelegere mai profundă a conceptelor matematice. Mai mult, aceste resurse oferă elevilor posibilitatea de a interacționa cu conținutul într-un mod adaptiv și personalizat, ceea ce îmbunătățește semnificativ rezultatele școlare [2].

Obiectivul acestui articol este de a oferi o incursiune asupra modului în care auxiliarul digital de matematică poate sprijini formarea competențelor matematice de bază la elevii din ciclul primar. Fără a avea pretenția unei analize exhaustive, articolul își propune să exploreze modul în care acest instrument digital contribuie la personalizarea procesului de învățare și la îmbunătățirea performanțelor academice în matematică, și evidențierea modului în care utilizarea unui auxiliar digital facilitează interacțiunea elevilor cu conținutul matematic prin sarcini interactive și adaptative.

Articolul este prezentat în cadrul subprogramului de cercetare „Digitalizarea procesului de formare inițială a cadrelor didactice pentru asigurarea unui demers didactic eficient, în context cu solicitările pieței muncii”, cod 040102, direcția strategică: valorificarea capitalului uman și social, în cadrul Universității Pedagogice de Stat „Ion Creangă” din Chișinău, perioada 2024-2027.

Un auxiliar digital este un instrument educațional complex, integrat într-o platformă software sau aplicație, utilizat pe dispozitive electronice precum computere, tablete sau smartphone-uri. Acesta, însă, nu se limitează la funcționalitatea unui simplu software educațional, ci oferă o experiență de învățare interactivă, adaptată nevoilor individuale ale utilizatorilor. Caracteristica principală a unui astfel de auxiliar constă în capacitatea sa de a integra resurse multiple și variate – de la text și imagini statice, până la elemente multimedia dinamice, cum ar fi animațiile, simulările, jocurile educaționale, dar și accesul la diverse aplicații și platforme complementare. [5] În esență, un auxiliar digital nu doar facilitează accesul la conținutul educațional standardizat, ci și permite personalizarea procesului de învățare prin intermediul algoritmilor care monitorizează progresul și oferă feedback în timp real. Această adaptabilitate a resurselor permite profesorilor să ajusteze nivelul de dificultate și să ofere sprijin diferențiat elevilor, în funcție de ritmul și stilul de învățare specific fiecăruia. [3] În plus, auxiliarul digital are capacitatea de a integra instrumente de evaluare continuă, monitorizare a progresului și chiar colaborare între elevi și profesori, asigurând astfel o educație personalizată și dinamică. Aceste caracteristici transformă auxiliarul digital într-o resursă esențială pentru educația modernă, sprijinind dezvoltarea competențelor cheie în mod eficient și interactiv.

În linii mari, în acest articol se analizează utilizarea auxiliarului digital „Matematica Competitivă”, elaborat cu ajutorul constructorului *MDIR Constructor 3.0* – un instrument inovativ care facilitează crearea și implementarea resurselor digitale interactive. Aplicația este înregistrată la AGEPI Republica Moldova, fiind protejată prin drepturi de autor și conexe, asigurând originalitatea și unicitatea sa în domeniul educațional. [4]

Auxiliarul propus are ca scop principal consolidarea competențelor matematice de bază într-o manieră accesibilă și interactivă. Conceput pentru a fi utilizat pe parcursul a două săptămâni de studiu, acest auxiliar urmărește dezvoltarea treptată a abilităților elevilor prin intermediul sarcinilor structurate și progresive. Auxiliarul digital este propus pentru a oferi o experiență educațională bine organizată și coerentă, menită să faciliteze învățarea integrată a conceptelor matematice de bază. Fiecare secțiune a auxiliarului este dedicată unui anumit concept matematic, iar toate sarcinile sunt concepute pentru a crea o continuitate logică între diferitele teme abordate. Astfel, elevii sunt ghidați treptat printr-o succesiune de concepte și probleme interconectate, ceea ce le permite să își construiască o bază solidă de cunoștințe și să înțeleagă relațiile dintre diversele ramuri ale matematicii.

Auxiliarul este structurat în așa fel ca să poată oferi o experiență de învățare interactivă și personalizată. Prin intermediul aplicației *MDIR Constructor 3.0*, fiecare pagină de lucru este digitalizată, iar elevii pot accesa resurse multimedia, exerciții interactive și feedback imediat. Sarcinile sunt adaptabile și se ajustează în funcție de nivelul de progres al fiecărui elev, permițându-le să evolueze în ritmul propriu.

Pe măsură ce elevii progresează prin activitățile propuse, complexitatea sarcinilor crește gradual, oferind provocări progresive care susțin dezvoltarea competențelor matematice. Obiectivul acestui auxiliar nu este doar consolidarea conceptelor fundamentale, ci și introducerea de probleme mai avansate, care să le ofere elevilor oportunități de a explora noi strategii și de a-și dezvolta gândirea critică și abilitățile de rezolvare a problemelor.

Conținutul auxiliarului acoperă o gamă largă de teme matematice, de la operațiile aritmetice de bază, la geometrie și raționamente logice. Activitățile zilnice sunt centrate pe rezolvarea de probleme, un element esențial în dezvoltarea gândirii critice și a creativității. În loc de o abordare simplistă, care se limitează la exersarea mecanică a operațiilor, elevii sunt provocați să aplice conceptele în diverse contexte și să găsească soluții eficiente la problemele propuse.

Un aspect important al acestui auxiliar este integrarea elementelor interactive și ludice, menite să facă procesul de învățare mai atractiv și să crească motivația elevilor. Jocurile educaționale și activitățile interactive încorporează plăcerea în procesul de învățare, permițând elevilor să își consolideze cunoștințele prin metode non-formale și captivante.

Flexibilitatea și adaptabilitatea acestui auxiliar permit elevilor să își gestioneze propriul ritm de lucru, fie că au un progres rapid sau necesită mai mult timp pentru consolidarea conceptelor. Această abordare personalizată face posibilă o învățare eficientă pentru toți elevii, indiferent de nivelul lor inițial de cunoștințe. Prin intermediul acestui auxiliar, nu se urmărește doar o simplă înțelegere a conceptelor matematice, ci și dezvoltarea unor competențe esențiale pentru succesul în matematică și cultivarea unei atitudini pozitive față de această disciplină. Auxiliarul devine astfel un instrument comprehensiv și eficient pentru învățarea matematicii, care stimulează curiozitatea, creativitatea și dorința de a explora domeniul matematicii într-un mod captivant și atractiv.

Această resursă educațională a oferit o oportunitate valoroasă de a testa eficacitatea auxiliarului digital. Prin personalizarea sarcinilor și oferirea unui feedback instantaneu, auxiliarul a fost gândit pentru a răspunde nevoilor fiecărui elev, sprijinindu-i pe cei care aveau nevoie de consolidarea conceptelor fundamentale și oferind provocări suplimentare pentru cei care își depășeau nivelul de bază.

The image shows a digital interface for a math auxiliary. On the left, there is a problem set on a grid background. The problem involves a list of flowers and their quantities: 419 lălele (tulips), 280 narcise (daffodils), 377 frezii (hyacinths), and 207 bujori (roses). The task is to arrange them in descending order of quantity. Below the list, there are three multiple-choice questions related to the problem. On the right, a window titled 'Test: Ordonare idei' (Test: Ordering ideas) displays the same list of flowers, but they are already sorted in descending order of quantity: 207 bujori, 280 narcise, 377 frezii, and 419 lălele. The interface includes buttons for 'Resetare' (Reset), 'Verificare' (Check), and zoom controls 'Z+' and 'Z-'.

Figura 1. Structura auxiliarului și tipuri de sarcini propuse

Auxiliarul digital „Matematica Competitivă” a fost implementat în clasa I-a C de la Liceul Teoretic Măgdăcești, într-un mediu educațional caracterizat de un grup eterogen de elevi, cu niveluri diferite de pregătire matematică.

În cadrul clasei, s-au observat diferențe atât în ritmul de învățare, cât și în înțelegerea conceptelor matematice de bază. Unii elevi au prezentat dificultăți în rezolvarea problemelor de aritmetică, în timp ce alții au manifestat o înțelegere avansată a conceptelor și o capacitate crescută de a aplica logica matematică în diverse contexte.

Auxiliarul digital a fost introdus elevilor în cadrul unei lecții introductive, în care li s-a explicat modul de utilizare a platformei și importanța acestui nou instrument de învățare. Elevii au fost ghidați printr-un proces pas cu pas de navigare a platformei, învățând cum să acceseze exercițiile și să folosească funcțiile interactive. Pentru a asigura

o tranziție facilă de la materialele tradiționale la cele digitale, primele activități au fost structurate astfel încât să fie simple și intuitive, facilitând familiarizarea rapidă a elevilor cu platforma. Auxiliarul a fost integrat săptămânal în orele de matematică, atât în activitățile de grup cât și în cele individuale. Exercițiile au fost accesibile elevilor pe tabla interactivă, iar sarcinile au fost personalizate în funcție de nivelul de pregătire al fiecărui elev.



**Figura 2. Implementarea auxiliarului digital „Matematica Competitivă”
la lecțiile de matematica, clasa I**

Exercițiile propuse în cadrul auxiliarului au acoperit o gamă largă de concepte, de la operații aritmetice simple la probleme de logică și raționament matematic. De exemplu, într-o sesiune de rezolvare de probleme, elevii au fost provocați să rezolve o serie de probleme interactive care au evoluat treptat în complexitate. Platforma a oferit feedback imediat la fiecare răspuns, permițând elevilor să înțeleagă rapid erorile comise și să își ajusteze abordările. De asemenea, în activitățile axate pe geometrie, elevii au interacționat cu elemente vizuale dinamice, în care au trebuit să recunoască forme geometrice intermediul unui sistem grafic intuitiv. Această interactivitate a facilitat o mai bună înțelegere a conceptelor abstracte, transformând lecțiile de matematică într-o experiență de învățare captivantă.

Rezultatele obținute în urma implementării auxiliarului digital au fost bune, atât în ceea ce privește nivelul de înțelegere a conceptelor matematice, cât și în creșterea motivației și implicării elevilor în procesul de învățare. Elevii au arătat o îmbunătățire a capacității de a rezolva probleme matematice, iar feedback-ul instantaneu le-a permis să își corecteze greșelile și să învețe din ele în timp real.

Un alt aspect important observat, a fost creșterea încrederii elevilor în propriile abilități. Elevii care anterior prezentau reticență în abordarea problemelor matematice au devenit mai activi și mai dornici să își depășească limitele, datorită naturii interactive și captivante a platformei.

Utilizarea auxiliarului digital „Matematica Competitivă” a demonstrat o creștere a motivației elevilor, care pe viitor ar putea duce la sporirea rezultatelor academice, confirmând eficiența resurselor digitale interactive în procesul de învățare și adaptarea lor la nevoile individuale ale fiecărui elev.

Concluzie

Folosirea auxiliarului digital a adus un sprijin formării competențelor matematice de bază la elevii din clasele primare. Digitalizarea resurselor educaționale, prin utilizarea platformei MDIR Constructor 3.0, permite personalizarea procesului de învățare, adaptându-l la nevoile individuale ale fiecărui elev. Activitățile interactive, sarcinile progresive și feedback-ul în timp real au contribuit la creșterea implicării și motivației elevilor, îmbunătățindu-le performanțele academice și dezvoltându-le gândirea critică.

Integrarea tehnologiilor educaționale digitale nu doar că a facilitat accesul la o gamă largă de resurse multimedia, dar a și transformat lecțiile de matematică într-o experiență de învățare captivantă și eficientă. Acest articol evidențiază necesitatea continuării cercetării și dezvoltării resurselor educaționale digitale interactive, ca parte integrantă a unui sistem educațional modern, capabil să răspundă diversității stilurilor de învățare și să îmbunătățească rezultatele academice ale elevilor.

Bibliografie

1. European Commission (2020). "The Digital Education Action Plan (2021-2027)". Disponibil online la :https://ec.europa.eu/education/education-in-the-eu/digital-education-action-plan_en. [accesat 14.09.2024].
2. World Bank (2021). "Realizing the Future of Learning: From Learning Poverty to Learning for Everyone, Everywhere". Disponibil online la: <https://www.worldbank.org/en/publication/realizing-future-of-learning> [accesat 17.08.2024].
3. CHIRIAC, T., RUSSU, A., „Determinări teoretice și praxiologice ale manualului digital în procesul educațional.” În revista „Univers Pedagogic”, nr. 4 (68), 2020. DOI: 10.5281/zenodo.4415204 CZU: 37.091:004. Disponibil online la adresa: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/46-50_36.pdf , [accesat 14.04.2024].
4. BALMUȘ, N., „MDIR Constructor. Certificat AGEPI de înregistrare a obiectelor dreptului de autor și drepturilor conexe Seria O Nr.6765 din 17.12.2020.”, Disponibil online la adresa: (<http://www.db.agepi.md/opere/Details.aspx?id=21624155526042364&nr=21624755526642365>), [accesat 10.04.2024].
5. Concepția manualului digital, Ministerul Educației al Republicii Moldova, Chișinău 2015. Disponibil online la adresa: (<https://mecc.gov.md/ro/content/conceptia-manualului-digital>), [accesat 10.09.2024].

INTEGRAREA INTELIGENȚEI ARTIFICIALE GENERATIVE ÎN PROIECTELE STEAM

Ala GASNAȘ, doctor, conferențiar universitar

<https://orcid.org/0000-0002-7174-7027>

Angela GLOBALA, doctor, conferențiar universitar

<https://orcid.org/0000-0002-2653-0320>

Universitatea Pedagogică de Stat "Ion Creangă" din Chișinău

Rezumat. În acest articol se analizează integrarea inteligenței artificiale (IA) generative în proiectele STEAM (Știință, Tehnologie, Inginerie, Artă și Matematică) și potențialul educațional al acestor tehnologii. IA generativă transformă modul în care studenții învață și se pregătesc pentru viitor, contribuind la dezvoltarea abilităților tehnice, stimularea creativității și promovarea învățării interdisciplinare. Integrarea IA generative în proiectele STEAM este o abordare educațională valoroasă care îmbină tehnologia avansată cu învățarea practică oferind studenților un cadru puternic pentru dezvoltarea abilităților necesare în viitor. **Cuvinte cheie:** inteligența artificială, proiecte STEAM, proces didactic, învățare interdisciplinară, abilități tehnice.

Abstract. In this article, the integration of generative artificial intelligence in STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) projects and the educational potential of these technologies are analyzed. Generative AI transforms the way students learn and prepare for the future by contributing to the development of technical skills, stimulating creativity, and promoting interdisciplinary learning. Integrating generative AI into STEAM projects is a valuable educational approach that combines advanced technology with practical learning, providing students with a strong framework for developing the skills needed in the future.

Keywords: artificial intelligence, STEAM projects, educational process, interdisciplinary learning, technical skills.

Introducere

Într-o eră a transformărilor tehnologice rapide, implementarea inteligenței artificiale generative (IA generativă) în educație promite să redefinească experiența de învățare. Această tehnologie inovatoare are potențialul de a personaliza procesul educațional, de a stimula creativitatea și de a îmbunătăți accesul la resurse de învățare de calitate. Prin utilizarea IA generative, educația poate deveni mai adaptivă și mai receptivă la nevoile individuale ale elevilor, pregătindu-i pentru provocările și oportunitățile societale. Tehnologiile inovatoare au început să schimbe fundamental peisajul educațional. Aceste transformări vor avea un impact semnificativ asupra societății, reconfigurând modul în care societatea se va raporta la educație și la cunoaștere. Modul în care realizăm educația tinerilor de astăzi va avea consecințe asupra societății în deceniile care urmează, când rezultatele eforturilor educaționale vor deveni vizibile.

În acest context, explorarea și implementarea acestor tehnologii în sălile de clasă reprezintă nu doar o evoluție necesară, ci și o oportunitate unică de a transforma fundamental sistemul educațional.

Instruirea elevilor trebuie să corespundă societății în care ei vor trăi, angajându-i în procesul de învățare relevant și adecvat nevoilor lor. Cu toate acestea, sistemul educațional actual încă nu este aliniat la standardele moderne, menținând principii învechite de pregătire a elevilor. Societatea a intrat în a Patra Revoluție Industrială, definită de estomparea granițelor dintre lumea fizică și cea virtuală [1] și de progresele rapide ale tehnologiei. Inteligența Artificială reprezintă cel mai recent factor perturbator transformând modul în care lucrăm, învățăm și comunicăm. CEO-ul OpenAI, Sam Altman, afirmă că „educația va trebui să se schimbe” [2] pentru a ține pasul cu ritmul rapid al acestor transformări. Legea lui Moore susține că, tehnologia își dublează capacitatea și puterea la fiecare doi ani. Însă, de la lansarea publică a ChatGPT3 (un model IA de a treia generație, Generative Pretrained Transformer) pe 30 noiembrie 2022, capacitățile AI au evoluat mai rapid decât această lege. La doar trei luni după lansarea publică a fost introdusă o versiune îmbunătățită - ChatGPT4 (un model IA de a patra generație, Generative Pretrained Transformer 4). Acest model este mai avansat în raționament, acceptă intrări mai extinse și are capacitatea de a interpreta nu doar text, ci și imagini și videoclipuri (GPT-4, 2023). Suntem la un punct de cotitură în dezvoltarea societății și este esențial să promovăm și să integrăm educația creativă în școlile noastre. Educația creativă deschide calea către învățarea și dezvoltarea altor competențe [3] și este crucială pentru pregătirea elevilor pentru a Patra Revoluție Industrială [4]. Prin educarea elevilor nu doar pentru a acumula cunoștințe, ci și pentru a-și recunoaște punctele forte și a-și dezvolta abilitățile creative, îi putem ajuta să prospere în condiții de incertitudine. Creatorii de renume rareori menționează școala ca sursă de inspirație, dar își amintesc de profesorii care le-au trezit, susținut și orientat interesele, observându-i în mod individual, preocupându-se de punctele lor forte și oferindu-le provocări personalizate bazate pe interesele lor [5]. Un profesor trebuie să susțină dezvoltarea intereselor elevilor și să le trezească dorința de a se aprofunda în domeniul ales de ei. Atunci când un elev se simte competent, percepțiile sale de auto-eficacitate, abilitate, competență academică și control devin factori predictivi ai angajamentului și succesului său [6]. În calitate de cadru didactic, este esențial să le oferim elevilor abilități de rezolvare creativă a problemelor, astfel încât să poată aborda provocările lumii cu încredere.

IA generativă - tehnologie revoluționară pentru educație

Inteligența artificială generativă reprezintă un potențial punct de cotitură pentru educație. IA generativă se referă la tehnici de învățare automată care se concentrează mai mult pe crearea de conținut nou decât pe simpla analiză a datelor. În acest context, ca

exemple pot fi menționate GPT-3 și GPT-4, care pot genera text cu o natură umană impresionantă, sisteme de generare de imagini precum DALL-E 2, care creează artă digitală originală, și modele care sintetizează vorbire, cod și multe altele. Aceste capacități generative oferă inteligenței artificiale o abilitate fără precedent de a produce în mod dinamic resurse educaționale personalizate, care ar putea transforma și îmbunătăți fundamental procesul de învățare.

Mai multe aspecte fac ca IA generativă să fie extrem de promițătoare ca tehnologie educațională. În primul rând, modelele generative pot ajusta rezultatele pe baza unor cerințe și contexte specifice. Acest lucru permite crearea automată de conținut educațional personalizat, adaptat nevoilor, intereselor și ritmului fiecărui elev. De exemplu, un tutor IA ar putea oferi explicații personalizate, exemple și exerciții practice la cerere pentru un elev care se confruntă cu dificultăți în înțelegerea unui concept matematic. Această personalizare ar putea îmbunătăți semnificativ implicarea și performanțele în comparație cu programele standardizate. În al doilea rând, IA generativă poate crea o varietate de rezultate originale de înaltă calitate, după ce a fost antrenată pe un volum suficient de date. Modele precum GPT-3 și GPT-4 au învățat din miliarde de fragmente de text și pot astfel genera, de la povești de ficțiune până la proiecte de cercetare. Această capacitate de creare automată a conținutului poate facilita generarea rapidă de materiale de curs, teme, feedback și alte resurse educaționale, reducând sarcina de lucru a instructorilor și oferind, în același timp, elevilor sprijin personalizat semnificativ. În al treilea rând, modelele generative de top demonstrează o fluentă, coerență și precizie deosebită datorită rețelelor neuronale adânci și setului extins de date de antrenament. Rezultatele generate sunt adesea la fel de bine scrise ca cele realizate de oameni, imitând eficient modelele de sintaxă, semantică și cunoștințe actuale. Această credibilitate oferă noi posibilități pentru IA de a prelua roluri educaționale tradiționale, cum ar fi corectarea lucrărilor scrise, îndrumarea studenților sau evaluarea înțelegerii lor conceptuale. Cu toate acestea, încorporarea IA generative în educație prezintă și riscuri, dacă nu este implementată corect. O preocupare majoră este inexactitatea și părtinirea, deoarece IA reflectă inevitabil imperfecțiunile din datele sale de antrenament. Modelele generative pot crea informații false, plagia surse sau prezenta prejudecăți. Este esențială o supraveghere atentă pentru a asigura calitatea și a identifica erorile. Dependența completă de IA pentru furnizarea de conținut educațional ar putea să afecteze negativ dezvoltarea abilităților de gândire critică. Profesorii sunt foarte importanți pentru a încuraja evaluarea complexă, creativitatea și dezvoltarea relațiilor interpersonale. Astfel, conlucrarea între inteligența artificială și profesori, în care cadrele didactice ghidează modelele generative pentru a îmbunătăți experiența de învățare și a furniza suport personalizat, reprezintă un exemplu ideal de colaborare educațională [7].

Oamenii de știință au investigat deja utilizarea GPT-3 și a altor modele similare în diverse aplicații, cum ar fi asistenții inteligenți pentru predare, tutori de scris, generatoare

automate de întrebări pentru chestionare și multe altele, obținând rezultate încurajatoare. Cu toate acestea, va fi crucială validarea riguroasă a calității acestor IA și gestionarea atentă a riscurilor asociate cu dependența excesivă de ele. În următorii ani, instituțiile de învățământ de prestigiu vor trebui să decidă dacă și cum să integreze cel mai eficient IA generativă alături de cadrele didactice. Această tehnologie are un potențial enorm de a revoluționa experiențele de învățare, făcându-le mai atractive, mai eficiente și cu impact, dacă va fi implementată cu grijă. Capacitățile modelelor generative de a democratiza educația prin furnizarea de conținut personalizat și de înaltă calitate justifică explorarea lor. Cu o planificare atentă, IA și profesorii pot colabora pentru a construi un sistem educațional modern, axat pe dezvoltarea maximă a potențialului fiecărui elev.

Tehnologiile bazate pe inteligența artificială generativă

Tehnologiile bazate pe inteligența artificială generativă, cum ar fi ChatGPT, au înregistrat, în ultimele luni, o creștere accelerată și o adopție largă.

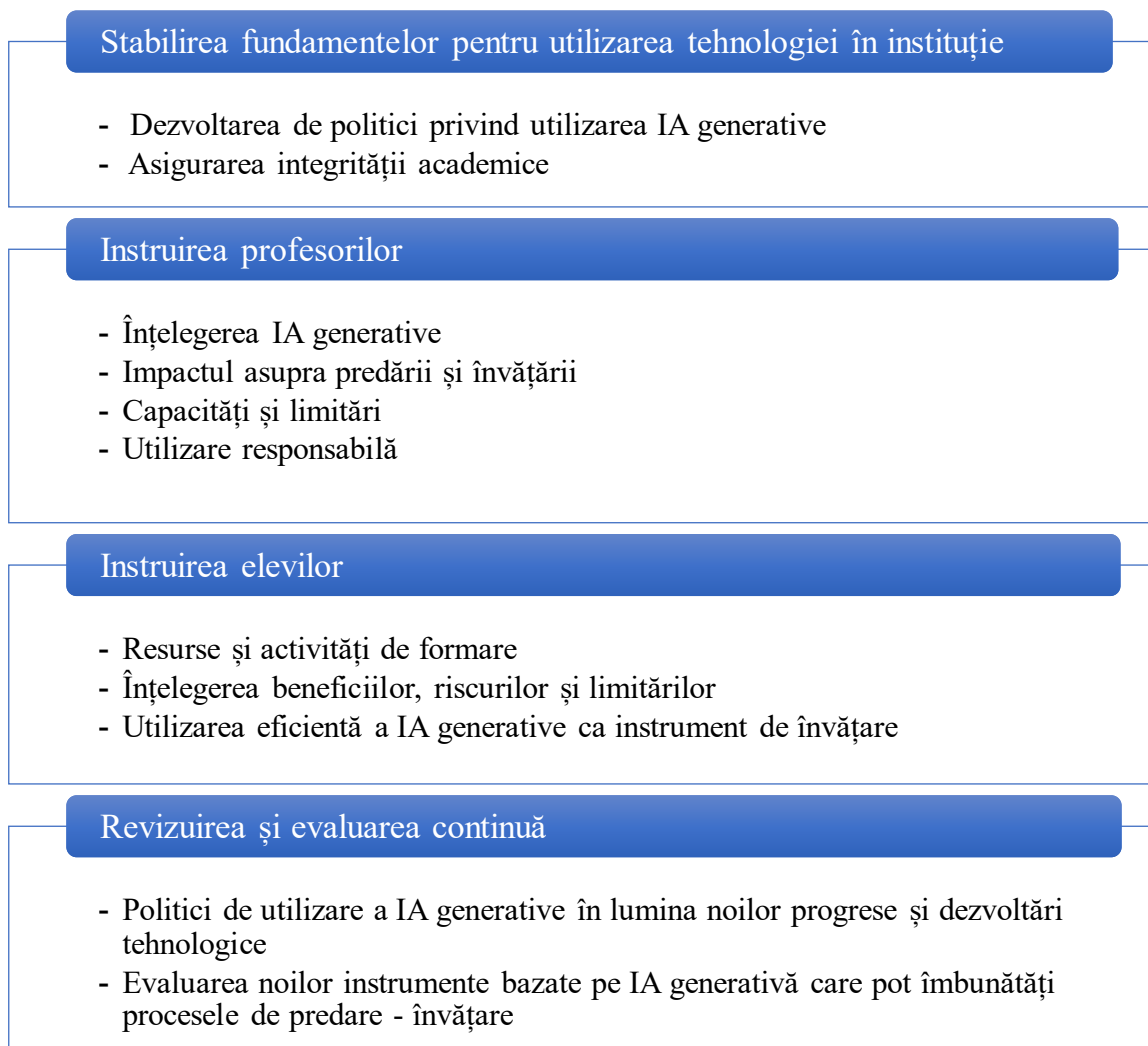


Figura 1. Aspecte pentru definirea procesului de adoptare a IA generative

În contextul educațional, aceste tehnologii au potențialul de a transforma procesele de predare - învățare, similar cu modul în care Internetul, Google, Wikipedia sau calculatorul au schimbat educația la timpul lor. Reacțiile inițiale ale instituțiilor de învățământ la apariția inteligenței artificiale generative sunt variate. În timp ce unii consideră că aceste tehnologii pot reduce sarcinile de rutină, permițând o concentrare mai mare pe probleme esențiale, alții le percep ca o amenințare la adresa integrității academice, deoarece pot fi folosite într-un mod lipsit de etică.

Recent, atenția se concentrează tot mai mult pe modul în care instituțiile de învățământ pot promova utilizarea eficientă, responsabilă și etică a acestor tehnologii, cu alte cuvinte, cum pot fi integrate pentru a îmbogăți procesul educativ, nu pentru a-l diminua. În figura 1 sunt prezentate aspectele pe care instituțiile de învățământ trebuie să le ia în considerație pentru a defini procesul de adoptare a IA generative.

Instrumentele bazate pe inteligența artificială generativă

Inteligența artificială generativă este un subdomeniu al inteligenței artificiale care creează automat conținut ca răspuns la instrucțiunile scrise. Conținutul generat poate varia, incluzând texte, cod software, imagini, videoclipuri sau muzică. Această tehnologie produce rezultate prin analizarea statistică a distribuției cuvintelor, pixelilor sau altor elemente din datele furnizate și prin identificarea și reproducerea tiparelor comune, cum ar fi secvențele de cuvinte care urmează frecvent după alte cuvinte.

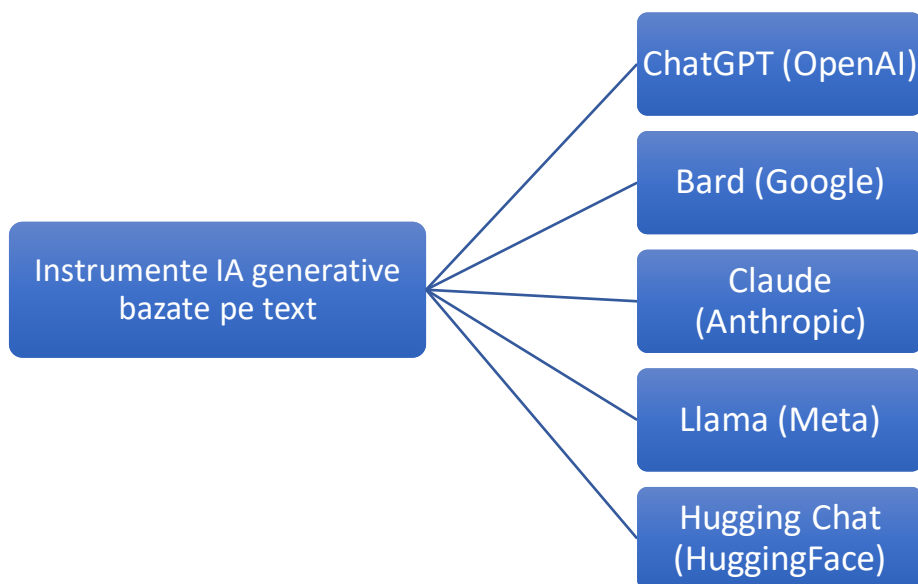


Figura 2. IA generative bazate pe text

Când primește o instrucțiune scrisă, IA generativă bazată pe text, generează un răspuns care, în general, pare a fi scris de un om. De fapt, aceste instrumente nu înțeleg nici instrucțiunea, nici textul pe care îl produc. De aceea, este important să evaluăm critic rezultatele furnizate de IA generativă bazată pe text, deoarece acestea pot fi superficiale,

inexacte și nesigure. Câteva dintre instrumentele IA generative bazate pe text sunt indicate în figura 2.

Pe lângă IA generativă bazată pe text, există și instrumente de inteligență artificială care pot crea imagini, videoclipuri sau muzică. Aceste instrumente generează rezultate în funcție de instrucțiunile scrise, iar unele dintre ele au capacitatea de a răspunde la semnale vizuale sau muzicale. Principalii reprezentanți ai IA generative pentru imagini sunt afișate în figura 3.

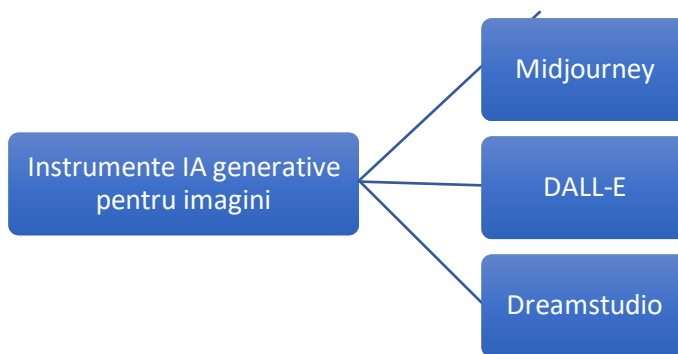


Figura 3. IA generative pentru imagini

Cele mai populare instrumente IA generative pentru videoclipuri sunt ilustrate în figura 4, iar în figura 5 - instrumente IA generative pentru muzică.

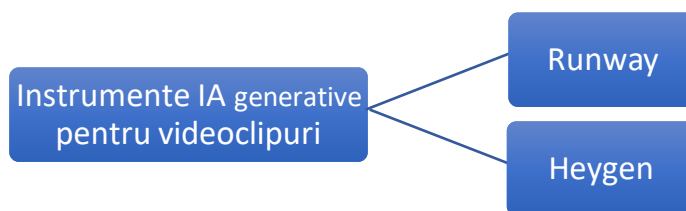


Figura 4. IA generative pentru videoclipuri

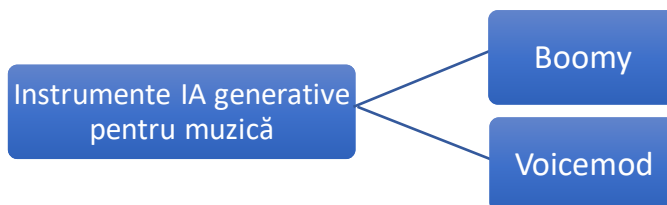


Figura 5. IA generative pentru muzică

Un exemplu de integrare a IA generative în proiectele STEAM

Inteligența artificială generativă și machine learning (ML) sunt tehnologii avansate care pot fi aplicate în diverse domenii și, așa cum am menționat și anterior, pot fi utilizate pe larg și în educație. La orele de informatică, aceste tehnologii pot fi integrate în diverse proiecte pentru a oferi studenților o înțelegere practică a conceptelor teoretice.

Un exemplu de utilizare a IA generative într-un proiect educațional STEAM este implementarea acesteia în cadrul unui proiect intitulat „Mozaic Hexagonal”. Prin acest proiect, studenții pot învăța să genereze mozaicuri colorate aleatoriu și să le recoloreze pe baza culorilor dominante dintr-o imagine, utilizând algoritmi de machine learning precum K-means clustering. Acest proces nu doar că le oferă o înțelegere practică a modului în care funcționează IA generativă și ML, dar le permite și să exploreze aplicații creative și inovatoare ale acestor tehnologii.

Inteligența artificială generativă poate fi folosită în mod practic de către studenți pentru a elabora proiectul „Mozaic Hexagonal” prin învățarea și aplicarea unor tehnici de machine learning și programare. Mai jos vom prezenta pașii logici pe care studenții îi pot urma pentru a dezvolta acest proiect.

Studenții vor folosi abilitățile lor de programare, matematică, artă și inteligență artificială pentru a crea un mozaic digital. Proiectul va include scrierea unui program simplu pentru a genera mozaicul, aplicarea conceptelor matematice pentru a gestiona dimensiunile și culorile, utilizarea creativității pentru a concepe design-ul artistic și implementarea unui algoritm de inteligență artificială pentru a sugera culori și forme bazate pe imagini de referință.

Obiectivele acestui proiect constau în: (1) să învețe bazele programării în Python; (2) să aplice concepte matematice pentru rezolvarea problemelor practice (de exemplu, coordonatele unui punct, proporția, simetria); (3) să înțeleagă teoria culorilor și cum să o aplice în arta digitală; (4) să aplice concepte de bază ale inteligenței artificiale, cum ar fi recunoașterea imaginilor și generarea de sugestii; (5) să dezvolte abilități de colaborare și rezolvare a problemelor.

La etapa inițială, este esențial să se înțeleagă conceptele fundamentale, inclusiv ce reprezintă inteligența artificială generativă și algoritmi de Machine Learning. Pentru a implementa IA generativă în proiectul mozaicului digital, studenții trebuie să înțeleagă conceptul de IA generativă și modul în care aceasta generează conținut nou folosind seturi mari de date și algoritmi de învățare automată. În continuare, aceștia trebuie să se familiarizeze cu algoritmi de clustering, precum K-means, pentru identificarea culorilor dominante și cu tehnicile de analiză și preprocesare a datelor. Folosind bibliotecile TensorFlow și OpenCV, studenții vor analiza o imagine de referință, iar algoritmul IA va sugera culori și forme pentru mozaic, bazate pe această analiză. Biblioteca OpenCV va fi utilizată pentru a prelucra imaginea și a obține culorile dominante, care vor fi apoi folosite pentru a colora hexagoanele din mozaic digital. Studenții vor integra aceste sugestii în programul lor pentru a finaliza mozaicul.

La etapa următoare se va genera Mozaicului Hexagonal aleatoriu. Pentru a realiza acest lucru, este necesară configurarea mediului de dezvoltare, care include instalarea Python și a bibliotecilor necesare: *numpy*, *matplotlib*, *sklearn* și *PIL*. Tot la această etapă,

se vor folosi tehnici de programare pentru a crea un mozaic hexagonal cu culori aleatorii, introducând astfel conceptele de generare aleatorie și structuri de date. Pentru a scrie codul necesar, studenții pot începe prin crearea unui mozaic hexagonal colorat aleatoriu utilizând codul de mai jos:

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

def generate_random_hexagon_mosaic(rows, cols):
    hexagon_colors = np.random.rand(rows, cols, 3)
    return hexagon_colors

def plot_hexagon_mosaic(mosaic):
    rows, cols, _ = mosaic.shape
    for i in range(rows):
        for j in range(cols):
            hexagon = plt.Polygon(
                [
                    [j * 1.5, i * np.sqrt(3)],
                    [j * 1.5 + 1, i * np.sqrt(3) - np.sqrt(3) / 2],
                    [j * 1.5 + 2, i * np.sqrt(3)],
                    [j * 1.5 + 2, i * np.sqrt(3) + np.sqrt(3)],
                    [j * 1.5 + 1, i * np.sqrt(3) + 1.5 * np.sqrt(3)],
                    [j * 1.5, i * np.sqrt(3) + np.sqrt(3)]
                ],
                color=mosaic[i, j],
                edgecolor='k'
            )
            plt.gca().add_patch(hexagon)
    plt.axis('equal')
    plt.axis('off')
    plt.show()

rows, cols = 10, 10
random_mosaic = generate_random_hexagon_mosaic(rows, cols)
plot_hexagon_mosaic(random_mosaic)
```

După rularea codului de mai sus va fi generat un mozaic hexagonal, care va fi colorat aleatoriu. Acest mozaic este reflectat în figura 6.

La etapa a treia se va implementa inteligența artificială, utilizând TensorFlow și OpenCV pentru a analiza o imagine de referință. Algoritmul IA va sugera culori și forme pentru mozaic, bazate pe această analiză. Studenții vor învăța să identifice culorile dominante dintr-o imagine, preluând și preprocesând imaginile și folosind algoritmi de

clustering pentru culori. Apoi, studenții vor integra sugestiile oferite de IA în programul lor pentru a finaliza mozaicul digital.



Figura 6. Generarea Mozaicului Hexagonal aleatoriu

Astfel, studenții vor învăța cum să încarce o imagine și să extragă pixelii pentru analiză și vor folosi algoritmul K-means pentru a identifica culorile dominante din imagine.

```
from sklearn.cluster import KMeans
from PIL import Image

def get_dominant_colors(image_path, n_colors):
    image = Image.open(image_path)
    image_np = np.array(image)
    pixels = image_np.reshape(-1, 3)
    kmeans = KMeans(n_clusters=n_colors)
    kmeans.fit(pixels)
    dominant_colors = kmeans.cluster_centers_
    return dominant_colors / 255.0

image_path = 'calea_spre_imagine.jpg'
dominant_colors = get_dominant_colors(image_path, n_colors=5)
print(dominant_colors)
```

La etapa a patra, mozaicul va fi adaptat cu culorile dominante. Culorile identificate vor fi aplicate pe mozaicul generat. Astfel, studenții vor învăța cum să modifice mozaicul inițial folosind culorile dominante identificate.

```
def apply_dominant_colors_to_mosaic(mosaic, dominant_colors):
    rows, cols, _ = mosaic.shape
    for i in range(rows):
        for j in range(cols):
            color_index = np.random.choice(len(dominant_colors))
            mosaic[i, j] = dominant_colors[color_index]
```

```
return mosaic

colored_mosaic=apply_dominant_colors_to_mosaic(random_mosaic,dominant
_colors)
plot_hexagon_mosaic(colored_mosaic)
```

La etapa finală, se va integra codul, toate funcțiile vor fi combinate într-un singur script pentru a crea un program complet care generează și adaptează mozaicul. După combinarea finală a codurilor se va obține imaginea din figura 7.

Rezultatele vor fi prezentate sub forma unor proiecte vizuale, unde se va explica fiecare pas și modul în care IA și algoritmi de machine learning au fost utilizați.

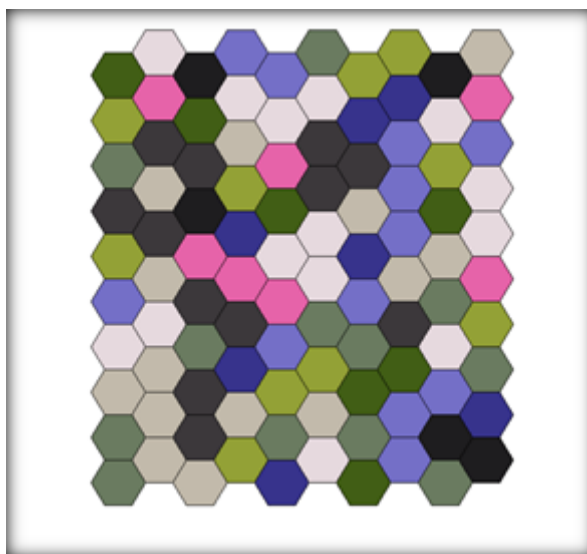


Figura 7. Mozaic generat și adaptat cu culorile dominante prin intermediul algoritmilor de machine learning

Acest proiect poate fi integrat în procesul didactic pentru a demonstra studenților aplicabilitatea practică a tehnologiilor de inteligență artificială și machine learning. Prin acest exercițiu, studenții pot învăța:

- Concepte fundamentale de programare, cum ar fi generarea aleatorie și structurile de date.
- Algoritmi de machine learning și analiza datelor.
- Aplicații practice ale inteligenței artificiale generative.

Astfel, studenții vor înțelege nu doar teoria din spatele IA și ML, ci și cum să implementeze aceste tehnologii pentru a crea aplicații reale și inovatoare.

Concluzii

În acest articol am explorat modul în care IA generativă poate fi utilizată pentru a îmbunătăți experiențele de învățare, pregătind, totodată, studenții să facă față provocărilor tehnologice viitoare. Integrarea inteligenței artificiale generative în proiectele STEAM

demonstrează impactul semnificativ pe care tehnologiile avansate îl pot avea asupra educației.

Proiectele STEAM integrează elemente din diverse domenii, cum ar fi știința, tehnologia, ingineria, artele și matematica. Integrarea IA generative subliniază importanța colaborării interdisciplinare și evidențiază modul în care combinarea acestor domenii poate duce la soluții inovatoare și complexe. Proiectele care implică IA generativă îmbunătățesc procesul educațional, oferind metode interactive și captivante de învățare. Prin utilizarea unor astfel de proiecte, profesorii au ocazia să implementeze strategii de predare inovatoare, care să capteze interesul și să stimuleze curiozitatea studenților.

Integrarea inteligenței artificiale generative în proiectele STEAM evidențiază imensul potențial educațional al acestor tehnologii. Aceste proiecte dezvoltă abilitățile tehnice, stimulează creativitatea și promovează învățarea interdisciplinară, pregătind astfel studenții pentru viitor și oferindu-le instrumentele necesare pentru a reuși într-o lume aflată în continuă schimbare.

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale din perspectiva conceptului STEAM și Inteligenței Artificiale”, codul 040101, din cadrul Programului instituțional de cercetare (2024-2027), aprobat prin Ordin MEC nr. 102 din 01.02.2024

Bibliografie

1. SCHWAB, K. Shaping the future of the fourth industrial revolution: A guide to building a better. Penguin UK, 2018.
2. ABC News. OpenAI CEO, CTO on risks and how AI will reshape society [Video]. 2023, March 17. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=540vzMlf-54>
3. AHMADI, N., BESANON, M. Creativity as a steppingstone towards developing other competencies in classrooms. *Education Research International*, 2017, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2017/1357456>
4. NAIDOO, J. *Teaching and learning in the 21st century: Embracing the fourth Industrial Revolution*. Brill Sense. Ed., 2021.
5. CSIKSZENTMIHALYI, M. *Creativity: the psychology of discovery and invention*. Harper Perennial, 2013.
6. SKINNER, E. A., PITZER, J. R. Developmental dynamics of student engagement, coping, and everyday resilience. Springer eBooks, 2012. pp. 21–44. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2018-7>
7. GASNAȘ A., GLOBALA A. Rolul inteligenței artificiale în educație. În: *Acta et Commentationes, Științe ale Educației. Revistă științifică* Nr. 2(32), 2023. Chișinău: Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău, 2023. p. 46-57. ISSN 1857-0623, E-ISSN 2587-3636.

DETECTION OF GENOMIC ALTERATIONS IN HUMAN PANCREATIC DUCTAL ADENOCARCINOMA USING BIOINFORMATICS APPROACHES

Stela GOLOVCO, PhD student in Inflammation, Immunity and Cancer

<https://orcid.org/0000-0002-5307-1932>

Department of Medicine, University of Verona

Abstract. In the article is analyzed the molecular profile of 155 PDAC samples, profiled by both a comprehensive genomic panel and whole-genome sequencing (WGS), to offer a precise understanding of the detectability of key genomic alterations and HRD readouts underlying the disease by comparing different approaches and their applicability to targeted vs. whole genome sequencing. In order to achieve our goal, we use various bioinformatic tools to conduct a detailed analysis of the genomic profiles of the PDAC samples.

Keywords: bioinformatics, bioinformatics tools, genes, comprehensive genomic panel, whole-genome sequencing, disease, geneCN software, BRASS software.

Rezumat. În articol este analizat profilul molecular a 155 de probe PDAC, profilate atât de un panou genomic comprehensiv, cât și de secvențierea întregului genom (WGS), pentru a oferi o înțelegere precisă a detectabilității modificărilor genomice cheie și a citirilor HRD care stau la baza bolii prin compararea diferitelor abordări și aplicabilitatea lor la secvențierea genomului țintit vs. întreg. Pentru a ne atinge scopul, folosim diverse instrumente bioinformatică pentru a efectua o analiză detaliată a profilurilor genomice ale probelor PDAC.

Cuvinte cheie: bioinformatica, instrumente bioinformatică, gene, panou genomic comprehensiv, secvențierea întregului genom, boală, aplicația geneCN, aplicația BRASS.

Background

Pancreatic ductal adenocarcinoma (PDAC) is the most prevalent type of pancreatic cancer, accounting for more than 90% of all pancreatic malignancies. It has a very poor prognosis with a 5-year survival rate of less than 10% [1]. Typically, patients do not present symptoms until the disease is in an advanced stage. Therefore, it still remains one of the most difficult challenges in oncology to make an early diagnosis.

The Homologous DNA Repair System is essential to repair DNA double-strand breaks via homologous recombination and may become defective by inactivation of one of the involved genes, including *BRCA1*, *BRCA2*, *PALB2*, *ATM*, *CHEK2*, *RAD51*, and *ATR*. There is evidence that Homologous Repair Deficiency (HRD) plays a significant role in a fraction (15-32%) of PDAC cases [2]. BRCA-mutant pancreatic cancer was the first source of information on HDR in this neoplasm [3]. PDAC patients with a pathogenic germline BRCA variant account for 5–8% of cases, while a smaller fraction (2–4%) carry a somatic alteration [4]. The advent of whole genome DNA profiling has provided evidence that HRD PDAC is not limited to BRCA-mutant tumors and may be identified by mutational

signature analysis, patterns of genomic instability and other surrogate measurements of the effects of HRD [5].

In this study, we aim to analyze the molecular profile of 155 PDAC samples, profiled by both a comprehensive genomic panel and whole-genome sequencing (WGS), to offer a precise understanding of the detectability of key genomic alterations and HRD readouts underlying the disease by comparing different approaches and their applicability to targeted vs. whole genome sequencing. In order to achieve our goal, we use various bioinformatic tools to conduct a detailed analysis of the genomic profiles of the PDAC samples.

Materials and methods

The present study involves 155 PDAC cases (81 males and 74 females) for which both frozen and formalin-fixed, paraffin-embedded (FFPE) tissue was available in adequate amounts to perform genomic profiling. Pancreatic pathologists reviewed the tumor slides and confirmed the diagnosis. Genomic DNA was extracted from slides of FFPE tissues using the GeneRead DNA FFPE kit (Qiagen). DNA samples were quantified with the Qubit 2.0 fluorometer (Thermo Fisher Scientific) according to the manufacturer's instructions.

Table 1. Genes included in CORE targeted sequencing assay and types of alterations reported

AKT1	B2M	CDKN1A	ERG	HIST1H3B	KMT2A	MYB	PDGFRB	RHOA	STAT5B
AKT2	BAP1	CDKN1B	ESR1	HIST1H3C	KRAS	MYC	PHF6	RNF43	STK11
AKT3	<i>BCL2</i>	CDKN2A	ETV6*	HIST2H3C	MAP2K1	MYCN	PIK3CA	ROS1	SYK
ALK	BLM	CDKN2B	EZH2	<i>HLA-A</i>	MAP2K2	NBN	<i>PIK3CB</i>	RPL5	<i>TERT</i>
AMER1	BRAF	CHEK2	FAS	<i>HLA-B</i>	MAP2K4	NF1	PIK3R1	RUNX1	TGFBR2
APC	<i>BRCA1</i>	CIITA	FBXW7	<i>HLA-C</i>	MAP3K1	NF2	PMS2	SETBP1	<i>TP53</i>
APLNR	<i>BRCA2</i>	CREBBP	<i>FGF19</i>	HNF1A	MAPK1	<i>NFE2L2</i>	POLE	SETD2	<i>TSC1</i>
AR	CBL	CTCF	<i>FGFR1</i>	HRAS	MAX	<i>NOTCH1</i>	POLQ	SF3B1	<i>TSC2</i>
ARAF	<i>CCND1</i>	<i>CTNNB1</i>	<i>FGFR2</i>	IDH1	<i>MCL1</i>	<i>NOTCH2</i>	PPP2R1A	<i>SMAD4</i>	U2AF1
ARID1A	<i>CCND2</i>	DAXX	<i>FGFR3</i>	IDH2	<i>MDM2</i>	<i>NOTCH3</i>	PTCH1	SMARCA4	<i>VHL</i>
ARID1B	<i>CCND3</i>	DICER1	<i>FGFR4</i>	<i>IGF1R</i>	MED12	<i>NOTCH4</i>	<i>PTEN</i>	SMARCB1	WT1
ARID2	<i>CCNE1</i>	DNMT3A	GATA3	<i>JAK1</i>	MEN1	NPM1	PTPN11	SMO	<i>YAP1</i>
ASXL1	<i>CD274</i>	EGFR	GNA11	<i>JAK2</i>	MET	NRAS	RAC1	<i>SOCS1</i>	
ATM	CD58	EP300	GNAQ	<i>JAK3</i>	<i>MLH1</i>	NTRK1	RAD21	SPOP	
ATR	CDK12	<i>EPHA3</i>	GNAS	JUN	MSH2	<i>PALB2</i>	RAD50	<i>SRC</i>	
ATRX	<i>CDK2</i>	<i>ERBB2</i>	H3F3A	KDR	MSH6	PBRM1	RAF1	STAG1	
AURKA	<i>CDK4</i>	ERBB3	H3F3B	KIT	MTOR	<i>PDCD1LG2</i>	<i>RB1</i>	STAG2	
AXL	<i>CDK6</i>	ERBB4	<i>HGF</i>	KLF4	MUTYH	<i>PDGFRA</i>	RET	<i>STAT3</i>	
Coding exons Coding and copy number Copy number only Full gene footprint for structural variants Fusions detected * ETV6 reports NTRK3 fusions									

Targeted sequencing was performed using the SureSelectXT HS CD Glasgow Cancer Core assay (www.agilent.com), hereafter referred to as CORE. The panel spans 1.85 megabases of the genome and interrogates 174 genes (shown in Table 1) for somatic

mutations, copy number alterations, and structural rearrangements. Libraries were prepared by targeted capture using the SureSelect kit (Agilent Technologies) and sequencing was performed on NextSeq 500 (Illumina) in 2×75 bp paired-end sequencing.

FASTQ files were produced by BaseSpace Sequence Hub (Illumina) and aligned to the human reference genome (version hg38/GRCh38) using Burrows-Wheeler Aligner version 0.7.17-r1188 [6]. PCR duplicates removal and indexing was performed with biobambam2 v2.0.146 [7]. and coverage statistics were produced using samtools.[8] Single nucleotide variants were called using Shearwater [9]. Small (<200 bp) insertions and deletions were called using Pindel [10]. Candidate mutations were manually reviewed using Integrative Genomics Viewer (IGV) [11] to exclude sequencing artefacts. Microsatellite instability (MSI) was computed following the method of Papke et al. [12]. Copy number alterations of targeted genes were detected using the geneCN software [13]. Structural rearrangements were detected using the BRASS software [14] and visually reviewed using IGV.

WGS workflow analysis

In the following section, we outline the steps involved in the bioinformatics pipeline to analyze the data generated from the whole-genome sequencing.

1. Quality control check: Fastp tool is used for preprocessing FASTQ files for quality control, trimming adapters, filtering by quality, and read pruning.
2. Read alignment:
 - a. BWA (Burrows-Wheeler Aligner) tool is used to align the reads to a reference genome and create BAM (Binary Alignment/Map) files. We used BWA-MEM algorithm suitable for longer sequences;
 - b. Picard suite is used to add or replace read group information in the header BAM files. This step ensures that all the reads in the alignment file are properly annotated with their respective read group information.
3. Post-processing: SAM (Sequence Alignment/Map) tools are used to sort BAM files and mark duplicate reads.
4. Recalibration: The GATK (Genome Analysis Toolkit) BaseRecalibrator and ApplyBQSR tools are applied to adjust the quality scores assigned to each base in the BAM file, resulting in a new BAM file with recalibrated base quality scores.
5. Variant calling:
 - a. The GATK Mutect2 tool is used to identify somatic mutations, such as single nucleotide polymorphisms and small insertions/deletions. It generates a VCF (Variant Call Format) file containing the somatic variants identified in the tumor sample compared to the normal sample.

- b. The GATK FilterMutectCalls tool is then used to filter somatic variant calls generated by Mutect2.
6. Annotation: The SnpEff tool annotates the identified variants based on their genomic context, such as their location within genes, potential effects on protein structure, and known associations with diseases or phenotypes.

Preliminary results

Figure 1 provides a representation of the multiple genomic alteration events observed in our cohort. These alterations include pathogenic and likely pathogenic single nucleotide variants (SNVs) and copy number variations (CNVs). SNVs are distinguished between somatic and germline mutations, whereas CNVs include deletions, loss of heterozygosity (LOH), gains, and amplifications of the genes included in the CORE. Additionally, a bar chart illustrates the values of tumor mutational burden, accompanied by other characteristics like cellularity, microsatellite instability (MSI) status, and gender. A more detailed representation of the CNVs is depicted in Figure 2. The graphical representation of the data was created using functions from the ComplexHeatmap R package.

Our results showed that in our cohort of 155 samples diagnosed with PDAC, the most frequently altered genes were *KRAS* (n=134, 86%), *TP53* (n= 107, 69%), *CDKN2A* (n=60, 39%), *SMAD4* (n=41, 26%), *CDKN2B* (n=26, 17%), *TGFBR2* (n=15, 10%), *ARID1A* (n= 12, 8%), *NF1* (n=11, 7%), 5% (n=8) for *ATM*, *BRCA2*, *CDKN1B*, *APLN*, *FGFR1* and *RNF43*. The median cellularity of the samples was 30% (4%-90%) while the median TMB was 11.4 substitutions/1.85 megabases. In particular, two female samples were characterized by MSI having a TMB equal to 28.9 and 30.

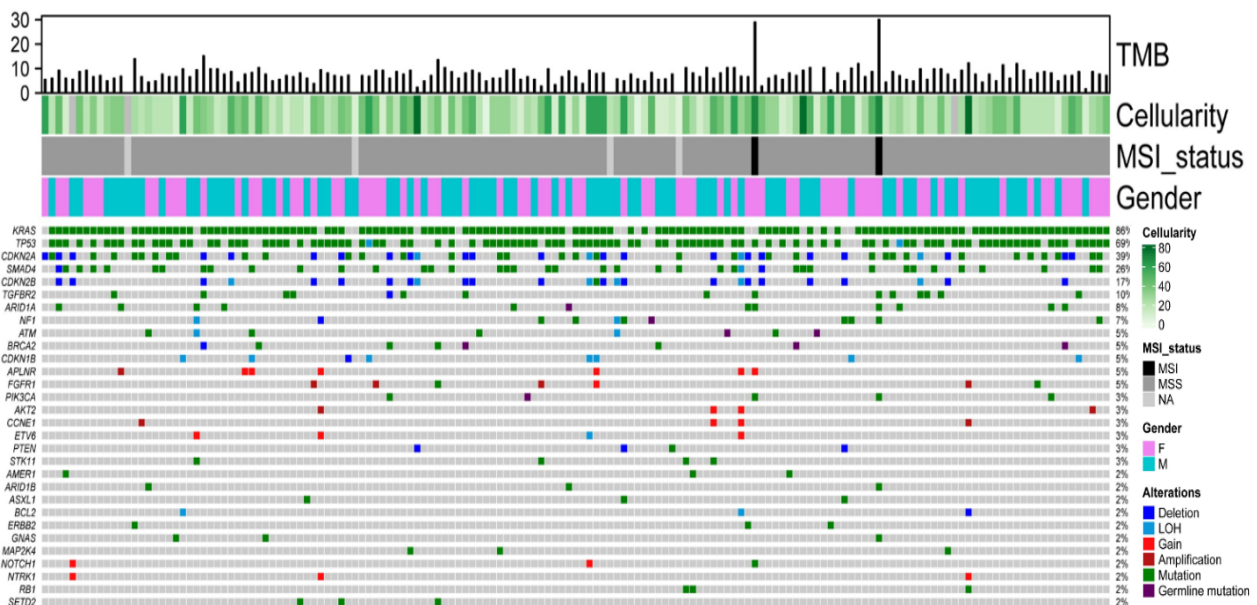


Figure 1. Illustration of genomic alterations found in 155 specimens. Barplot visualization of tumor mutational burden (TMB), cellularity, MSI status and gender

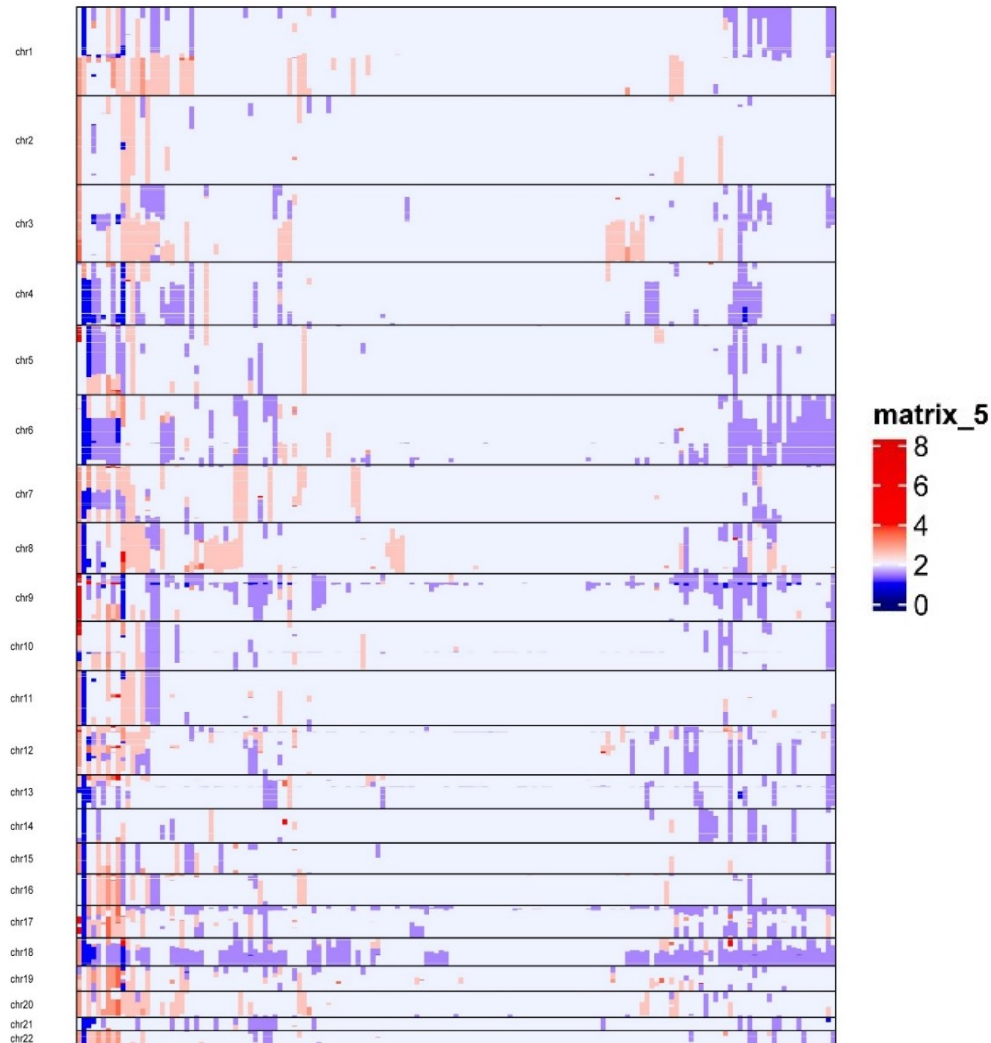


Figure 2. CNV plot of 155 PDAC samples

Notes: The colors indicate the copy number status, ranging from 0 (deletion) to 8 (amplification).
The lightest color represents normal copy number (in our case 2)

Considerations and future perspectives

Our study provides a preliminary insight into the genomic landscape of 155 pancreatic ductal adenocarcinoma cases derived from targeted sequencing. Our findings reveal considerable genomic alterations, including somatic and germline SNVs and CNVs, with *KRAS*, *TP53*, and *CDKN2A* being the most frequently altered genes. Such results are in accordance with most PDAC research studies [15, 16].

The whole genome sequencing and analysis of DNA from frozen samples of the same cases is ongoing and will be presented in upcoming reports. Future work will involve the exploration of multiple analysis approaches to detect mutational signatures and structural proxies of HRD from genomic data, also integrating clinical data with the existing molecular dataset to conduct a more thorough analysis and identify possible correlations.

References

1. ORTH, M., METZGER, P., GERUM, S. et al. Pancreatic ductal adenocarcinoma: biological hallmarks, current status, and future perspectives of combined modality treatment approaches. In: *Radiat Oncol* 14, 141, 2019. 10.1186/s13014-019-1345-6.
2. CASOLINO, R. et al. Homologous Recombination Deficiency in Pancreatic Cancer: A Systematic Review and Prevalence Meta-Analysis. In: *Journal Clin Oncol*. 2021 Aug 10;39(23), pp. 2617-2631. doi: 10.1200/JCO.20.03238.
3. LAI, E. et al. BRCA-mutant pancreatic ductal adenocarcinoma. In: *Br Journal Cancer*. 2021 Nov;125(10):1321-1332. doi: 10.1038/s41416-021-01469-9. Epub 2021 Jul 14. PMID: 34262146; PMCID: PMC8575931.
4. KEANE, F.; O'CONNOR, C.A.; PARK, W.; SEUFFERLEIN, T.; O'REILLY, E.M. Pancreatic Cancer: BRCA Targeted Therapy and Beyond. In: *Cancers*. 2023, 15, 2955. doi: 10.3390/cancers15112955.
5. WADDELL, N et al. Whole genomes redefine the mutational landscape of pancreatic cancer. In: *Nature*. 2015 Feb 26;518(7540), pp. 495-501. doi: 10.1038/nature14169. PMID: 25719666; PMCID: PMC4523082.
6. LI, H., DURBIN, R. Fast and accurate short read alignment with Burrowse-Wheeler transform. In: *Bioinformatics*. 2014; no. 25, pp. 1754-1760. doi: 10.1093/bioinformatics/btp324.
7. TISCHLER, G., LEONARD, S. Biobambam: tools for read pair collation based algorithms on BAM files. In: *Source Code Biol. Med*. 2014; 9:13. doi: 10.1186/1751-0473-9-13.
8. LI, H., HANDSAKER, B., WYSOKER, A. et al. The sequence alignment/map format and SAMtools. In: *Bioinformatics*. 2009; 25: pp. 2078 - 2079. doi: 10.1093/bioinformatics/btp352.
9. GERSTUNG, M., PAPAEMMANUIL, E., CAMPBELL, P. J. *Bioinformatics*, Volume 30, Issue 9, May 2014, pp. 1198–1204. doi: 10.1093/bioinformatics/btt750.
10. YE, K. et al. Pindel: a pattern growth approach to detect break points of large deletions and medium sized insertions from paired-end short reads. *Bioinformatics*. 2009 Nov 1;25(21):2865-71. doi: 10.1093/bioinformatics/btp394.
11. ROBINSON, JT, THORVALDSDÓTTIR, H, WINCKLER, W, GUTTMAN, M, LANDE, R ES, GETZ, G, MESIROV, JP. Integrative genomics viewer. In: *Nat Biotechnol*. 2011 Jan; 29(1):24-6. doi: 10.1038/nbt.1754. PMID: 21221095; PMCID: PMC3346182.
12. PAPKE, DJ, NOWAK, JA, YURGELUN, MB. et al. Validation of a targeted nextgeneration sequencing approach to detect mismatch repair deficiency in colorectal adenocarcinoma. In: *Mod Pathol*. 2018; 31:1882e1890. doi: 10.1038/s41379-018-0091-x.
13. <https://github.com/wwcrc/geneCN>.

**ABORDĂRI INOVATIVE ÎN EDUCAȚIA STEAM
PENTRU PROMOVAREA ȘI CULTIVAREA IDENTITĂȚII
LOCALITĂȚII NATALE**

Lilia MIHĂLACHE, dr. conf. universitar

<https://orcid.org/0000-0002-2658-6033>

Natalia JOSU, dr. conf. universitar

<https://orcid.org/0000-0002-3687-5437>

UPSC, Catedra Informatică și Tehnologii Informaționale

Rezumat. În articolul respectiv au fost propuse unele idei care vizează elaborarea și implementarea unui proiect STEAM în sistemul învățământului general. Realizarea proiectului intitulat „Localitatea natală” presupune interdisciplinaritate prin evidențierea conexiunilor dintre: informatică, istorie, geografie, matematică, educație tehnologică. Toate obiectivele propuse pentru realizare prevăd parcurgerea unor etape concrete care fiind îndeplinite cultivă cunoștințe și dezvoltă competențe și abilități elevilor, implicați în implementarea proiectului. Toate mecanismele inter/transdisciplinare declanșate în cadrul acestui proiect contribuie la orientarea elevilor spre alegerea unei cariere STEAM și implicarea ulterioară în unele din ramurile economiei reale.

Cuvinte cheie: Abordare STEAM, educație STEAM, proiecte STEAM, cadru didactic STEAM, concept STEAM, conexiuni interdisciplinare, inteligență artificială.

Abstract. In this article paper some ideas have been proposed regarding the development and implementation of a STEAM project in the general education system. The accomplishment of the project entitled "Native Locality" implies by highlighting the relations between: computer science, history, geography, mathematics, technological education. All the objectives proposed envision the completion of distinct steps which together will enable the cultivation of knowledge and development of competences and skills necessary for the students involved in the realization of the project. All the inter/transdisciplinary mechanisms initiated within this project contribute to the orientation of students towards selecting a STEAM career and further involvement in some of the branches of the real economy.

Keywords: STEAM approach, STEAM education, STEAM projects, STEAM concept, STEAM teacher, interdisciplinary connections, artificial intelligence.

Introducere

După Merrie Koester „STEAM este ARTA gândirii și punerii în practică a ideilor, reprezentărilor sau obiectelor folosind instrumente (TEHNOLOGIE), cunoștințe din ȘTIINȚE, activități de gândire MATEMATICĂ și proiectare (INGINERIE), într-un mod coordonat, astfel încât fiecare element STEAM să le completeze pe celelalte” [1]. Subliniind importanța integrării Artelor în cadrul STEM tradițional și fiind una din fondatoarele acestui concept, Georgette Yakman subliniază: „Trăim acum într-o lume în care nu poți înțelege Știința fără Tehnologie, care își bazează cea mai mare parte a cercetării

și dezvoltării pe Inginerie, pe care nu o poți crea fără o înțelegere a Artelor și a Matematicii” [2].

Descriere proiectului

Proiectul STEAM „Localitatea natală”, se va realiza în cadrul modulului curricular „Prezentări electronice”, clasa a 7-a, care rezultă din finalitățile educaționale menite să contribuie la direcționarea spre pregătirea viitorilor cetățeni ai Republicii Moldova [1]. Acest proiect este structurat în baza ghidului metodic [4] și [5].

Date generale despre proiect

Denumirea proiectului didactic: Localitatea natală

Profesor: Nume/Prenume Profesor responsabil de proiect

Clasa: VII

Domeniul curricular de bază: Matematică și științe

Disciplina școlară de bază: Informatica

Domenii curriculare integrate: Educație socioumanistică, Tehnologii

Discipline școlare integrate: Matematică, Istorie, Geografie și Educație tehnologică

Competențe specifice țintă – se vor defini competențele specifice incluse în curriculum național la disciplinele din proiect

Perioada și durata realizării proiectului: 5 săptămâni

Realizarea proiectului: proiectul va fi realizat în afara orelor

Tipul proiectului: de informare, de cercetare, aplicativ, practic, creativ

Produsul scontat al proiectului: prezentare electronică interactivă

În continuare vor fi detaliate unele etapele generale privind realizarea proiectului „Localitatea natală”.

Definirea problemei sau a subiectului de cercetare

Scopul proiectului: Scopul acestui proiect este de a dezvolta abilitățile tehnologice și de prezentare ale elevilor din clasa a VII-a prin cercetarea și documentarea caracteristicilor localității natale. Elevii vor crea prezentări electronice interactive, utilizând diverse aplicații dedicate, cât și platforme bazate pe inteligența artificială de generare a imaginilor, sunetelor, secvențelor video, evidențiind unele aspecte culturale, istorice, economice și de mediu ale comunității lor, promovând astfel cunoașterea și conservarea patrimoniului local.

Obiectivele proiectului:

- Colectarea și organizarea într-un mod clar și coerent a informațiilor detaliate despre localitatea natală, inclusiv istoria, tradițiile, obiceiurile, despre resursele naturale și utilizarea acestora, precum și problemele de mediu, inclusiv poluarea aerului și a apei, schimbările climatice locale, gestionarea deșeurilor și eforturile comunității de conservare a mediului;

- Utilizarea aplicațiilor dedicate pentru a crea prezentări electronice interactive și încorporarea în aceste prezentări a elementelor multimedia, cum ar fi imagini, videoclipuri, animații și hyperlink-uri, pentru a îmbunătăți calitatea prezentării;
- Promovarea culturii și tradițiilor locale prin prezentarea acestor proiecte în fața colegilor, profesorilor și membrilor comunității locale, contribuind astfel la conștientizarea importanței conservării patrimoniului local.

Identificarea problemei – în orice localitate practic există o lipsă de conștientizare și documentare a patrimoniului cultural, istoric și natural al comunității. Această situație duce la pierderea tradițiilor locale, deteriorarea resurselor naturale și la o conexiune slabă între generațiile mai tinere și istoria localității lor. Insuficiența informațiilor despre tradițiile și obiceiurile unei localități duce la o deconectare culturală între generații. Din punct de vedere geografic, resursele naturale ale localității, cum ar fi râurile, pădurile și fauna locală, sunt afectate de activități umane necontrolate și poluare. Există o lipsă de inițiative privind protejarea și conservarea mediului înconjurător.

Problema de cercetare – cum se poate utiliza abordarea STEAM pentru a dezvolta soluții inovatoare și sustenabile care să protejeze patrimoniul cultural, să îmbunătățească calitatea vieții și să promoveze dezvoltarea durabilă în localitatea natală, ținând cont de resursele locale, tradițiile existente și provocările contemporane cu implementarea tehnologiilor informaționale.

Argumentarea și importanța soluționării problemei date – documentarea tradițiilor și obiceiurilor locale este esențială pentru conservarea identității culturale a localității. Înregistrarea poveștilor și evenimentelor istorice ajută la menținerea unei legături vii cu trecutul, oferind tinerilor o înțelegere profundă a rădăcinilor lor și a evoluției comunității lor, promovând astfel schimbul de cunoștințe între generații. Resursele naturale sunt finite și necesită protecție pentru a fi păstrate pentru generațiile viitoare. Astfel, promovarea inițiativelor de protejare a mediului contribuie la dezvoltarea durabilă a comunității. Soluționarea acesteia va aduce un șir de beneficii, cum ar fi:

- Îmbunătățirea abilităților tehnologice – utilizarea aplicațiilor/platformelor pentru a crea prezentări profesionale, dezvoltându-și astfel competențele digitale esențiale;
- Îmbunătățirea abilităților de cercetare – elevii vor învăța să colecteze, să organizeze și să analizeze informații, perfecționându-și astfel abilitățile de cercetare;
- Îmbunătățirea abilităților de prezentare – elevii vor învăța să comunice eficient informațiile prin prezentări structurate și captivante.
- Promovarea patrimoniului local – promovarea în scopuri turistice, atrăgând vizitatori și resurse financiare.

Din punct de vedere al interdisciplinarității se pot puncta următoarele aspecte:

- Știință (Istorie, Geografie) – elevii vor aplica metode științifice în cercetarea și documentarea problemelor de mediu și istorice, vor explora istoria, cultura și tradițiile

locale, vor putea analiza și prezenta aspecte legate de localizarea, mediul natural și resursele localității, contribuind la o înțelegere mai minuțioasă a comunității lor, integrând astfel cunoștințe de istorie și geografie.

- Tehnologie – vor utiliza tehnologia, diverse aplicații/platforme dedicate creării prezentărilor interactive cu diverse elemente multimedia sunet, imagini, video etc.
- Inginerie și artă – elevii vor explora soluții inovatoare și vor folosi creativitatea pentru a prezenta informațiile într-un mod atractiv și informativ.
- Matematică – elevii vor opera cu date concrete selectate din documentele oficiale și vor realiza statistici pentru a analiza problemele de mediu și demografice ale localității.

Resurse necesare – se vor descrie resursele materiale (non-digitale), resursele hard și soft, resursele bibliografice.

Costul proiectului – se vor estima costurile necesare, care nu sunt prevăzute în curricula școlară, în cazul în care există, cu indicarea surselor de bugetare.

Strategii de evaluare – se va descrie succint ce metode și procedee au fost utilizate concret, pentru evaluarea rezultatelor proiectului.

Strategii didactice – se vor descrie succint ce metode și procedee au fost utilizate, în fiecare activitate din proiect. De exemplu: învățarea bazată pe investigare, formulare de întrebări; studierea surselor suplimentare; realizarea activităților practice pentru a consolida conceptele teoretice; integrarea interdisciplinară; realizarea experimentelor; învățarea colaborativă; integrarea TIC; excursii didactice; reflecții etc.

Aspecte privind planificarea proiectului

Repartizarea eficientă a sarcinilor într-un grup de lucru este crucială pentru succesul proiectului. Astfel, fiecare membru (profesor, elev) primește responsabilități clare, în funcție de competențele și interesele sale, asigurându-se un echilibru între contribuții și volumul de muncă. Comunicarea și colaborarea între membri sunt facilitate printr-un plan bine stabilit, care include termeni clari și resursele necesare. Coordonatorul grupului monitorizează progresul și oferă sprijin acolo unde este nevoie, asigurându-se că toate sarcinile sunt îndeplinite corespunzător și la timp.

Prezentarea proiectului

Rezultatele finale obținute în cadrul proiectului vor fi prezentate în cadrul unei mese rotunde, conferințe științifice, workshop, expoziție etc. La expoziție pot fi expuse fotografii, postere sau alte lucrări realizate. Prezentare interactivă ar putea descrie următoarele aspecte:

- Prezentarea proiectului (Tema, Obiectivele, Problema de cercetare, Componenta echipei de implementare a proiectului);

- Detalierea activităților desfășurate în fiecare săptămână, subliniind contribuțiile fiecărei discipline (Informatică, Educație tehnologică, Matematică, Istorie, Geografie);
- Prezentarea instrumentelor și tehnologiilor utilizate (de exemplu, MS PowerPoint, Canva, Gamma pentru prezentări, aplicații pentru prelucrarea imaginilor);
- Prezentarea produselor finale realizate de elevi, cum ar fi hărți detaliate ale localității, grafice statistice, poze, video etc;
- Explicarea modului în care proiectul a contribuit promovarea patrimoniului local;
- Descrierea metodelor utilizate pentru colectarea datelor, cum ar fi interviuri cu locuitorii, măsurători, observații directe și utilizarea resurselor online;
- Prezentarea principalelor rezultate ale proiectului, subliniind aspectele importante și relevante pentru comunitate;
- Formularea concluziilor.

Astfel de proiecte oferă elevilor multiple avantaje cum ar fi:

- Dezvoltarea abilităților tehnice și digitale – utilizarea instrumentelor digitale și a tehnologiilor moderne pentru colectarea, analizarea și prezentarea datelor;
- Dezvoltarea abilităților de cercetare și analiză – colectarea și analizarea datelor utilizând metode științifice și matematice;
- Interpretarea rezultatelor și formularea concluziilor pe baza datelor obținute;
- Dezvoltarea abilităților de colaborare și lucru în echipa – colaborarea eficientă cu colegii și profesorii pentru atingerea obiectivelor comune;
- Repartizarea responsabilităților și contribuția individuală pentru a atinge succesul proiectului;
- Dezvoltarea gândirii critice și creative – abordarea creativă a problemelor și dezvoltarea de soluții inovatoare;
- Dezvoltarea abilităților privind valorificarea patrimoniului local – înțelegerea și aprecierea valorilor culturale, istorice și tehnologice ale localității natale;
- Promovarea și conservarea patrimoniului local prin utilizarea tehnologiilor moderne.

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale din perspectiva conceptului STEAM și Inteligenței Artificiale”, codul 040101, din cadrul Programului instituțional de cercetare (2024-2027), aprobat prin Ordin MEC nr. 102 din 01.02.2024

Concluzii

Astfel de proiecte STEAM oferă elevilor ocazia de a-și demonstra abilitățile dobândite și de a contribui activ la promovarea și dezvoltarea comunității lor. Ei vor învăța să aplice cunoștințele teoretice într-un context practic, dezvoltându-și abilitățile tehnice, de

cercetare și de colaborare, în timp ce își vor îmbunătăți înțelegerea și aprecierea patrimoniului local.

Bibliografie

1. <https://edict.ro/despre-stem-steam-si-profesori-consideratii-generale/>
2. YAKMAN, Georgette. *STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education*, 2008. https://www.researchgate.net/publication/327351326_STEAM_Education_an_overview_of_creating_a_model_of_integrative_education
3. *Curriculum disciplinar. Ghid de implementare, clasele VII-IX*. Ministerul Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova. Chișinău, 2020
4. GREMALSCHI, Anatol. *Ghid metodic pentru implementarea metodelor de instruire asistată de calculator*. Chișinău, 2021, [citată 02.10.2024] Disponibil: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/md/GHID-RO_pedagogic.pdf
5. DUMBRAVEANU, Roza. *Pixeli spre inovație: Proiecte de lecții și proiecte STEAM în clasa digitală*. Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău, Chișinău, 2023, [citată 02.10.2024]. Disponibil: https://www.clasaviitorului.md/wp-content/uploads/2023/12/Ghid_final.docx.pdf

STEAM ȘI COMPUTER VISION

Maria PAVEL, dr., conf. univ., Catedra ITI, UPSC

<https://orcid.org/0000-0003-4803-6398>

Dorin PAVEL, dr., conf. univ., USM

<https://orcid.org/0000-0002-9600-1360>

Rezumat. În lucrare se analizează principalele repere din domeniul Computer Vision, principiile și algoritmi de bază, dar și actualitatea și necesitatea studierii unui curs universitar aferent de către studenții specialităților informatice de licență și master. Totodată se valorifică posibilitățile imense ale Computer Vision de a fi abordat inter- și transdisciplinar, în activități STEAM.

Cuvinte cheie: curs universitar, informatică, computer vision, inteligență artificială, algoritm.

Abstract. The paper analyzes the main milestones in the field of Computer Vision, the basic principles and algorithms, but also the actuality and necessity of studying a related university course by undergraduate and master's computer science students. At the same time, the immense possibilities of Computer Vision to be approached inter- and transdisciplinary, in STEAM activities, are exploited.

Keywords: university course, computer science, computer vision, artificial intelligence, algorithm.

Introducere

Rezolvarea problemelor din viața reală cu creativitate și ingeniozitate de către elevi, se realizează de cele mai dese ori în cadrul activităților inter- transdisciplinare, bazate pe abordarea pedagogică STEAM. Astfel, pentru a facilita inovația, prin „*Știință și Tehnologie, interpretate prin intermediul ingineriei și artelor, toate bazate pe elemente de matematică*” (Georgette Yakman), se promovează subiecte din domenii economice importante, se creează medii de învățare prietenoase copiilor [1].

Provocările științifice și tehnologice moderne oferă un șir de oportunități de valorificare a abordării STEAM, proces facilitat de un „cadru didactic STEAM” competent, inovator și competitiv. În acest context se menționează așa domenii de inspirație pentru activități STEAM ca Inteligența Artificială, Machine Learning, Robotică, Neuroștiință etc., care cunosc o dezvoltare intensă în ultimii ani. Aceste domenii în sine poartă un caracter interdisciplinar și abordează probleme și subiecte foarte complexe din medicină, industrie și tehnologie, precum: diagnosticarea medicală avansată, intervenții minim invazive și de precizie înaltă, roboți industriali eficienți care scad esențial costul de producere, roboți umanoizi dotați cu inteligență artificială sau vehicule autonome.

Un domeniu destul de ofertant sub aspectul activităților STEAM este și Computer Vision, care cercetează algoritmi complecși de analiză a imaginilor și video-urilor, sub aspect științific, tehnologic și matematic. Or, având în vedere că imaginile și video-urile includ în sine și aspectul artistic, Computer Vision întrunește toate cele cinci domenii ale abordării STEAM.

Studierea Computer Vision

Computer Vision este un domeniu interdisciplinar ce studiază modul în care pot fi construite calculatoarele pentru a obține un nivel înalt de percepere și înțelegere a imaginilor digitale și video-urilor. Din perspectiva ingineriei, acest domeniu caută să automatizeze sarcini pe care le poate face sistemul vizual uman; sub aspect științific, Computer Vision elaborează teoriile pe care se bazează sistemele artificiale care extrag informații din imagini; iar ca disciplină tehnologică, caută să aplice teoriile și modele sale la construcția sistemelor de viziune computerizată [2].

Având un caracter interdisciplinar, Computer Vision se poziționează central în relația cu alte domenii, deoarece teoriile, algoritmi și modelele sale sunt pe larg implementate în grafica computerizată, procesarea imaginilor, robotică, fizică, geometrie etc. [3].

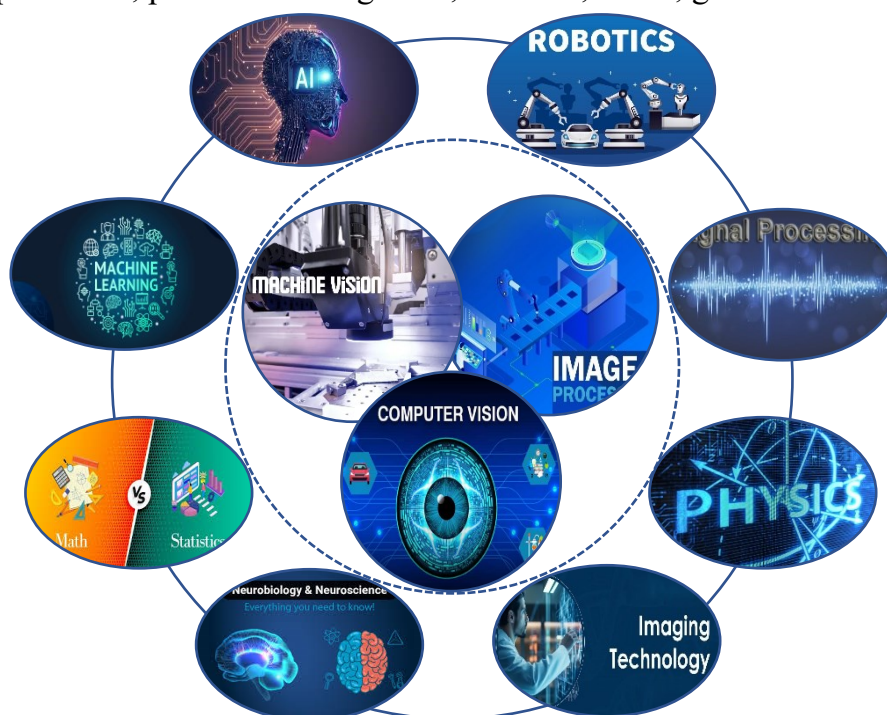


Figura 1. Poziționarea Computer Vision în relația cu alte domenii

(adaptat, după [3])

Deoarece domeniul este relativ nou, utilizarea termenului original englez „Computer Vision” în literatura științifică românească, este mai comună și bine înțeleasă în comunitatea internațională de cercetători. Cu toate acestea, există versiuni de traduceri a acestui concept: „Viziune computerizată”, „Viziune artificială” sau „Viziune computațională”, traduceri ce nu au câștigat aceeași popularitate și claritate ca termenul original, utilizat chiar și în articole sau cursuri redactate în limba română.

Computer Vision este un domeniu preocupat de dezvoltarea de algoritmi și sisteme capabile să analizeze și să interpreteze imagini și video-uri din lumea reală, asemănător modului în care o fac oamenii. Scopul său este de a permite computerelor să înțeleagă mediul vizual, să extragă informații utile și să le utilizeze pentru diverse sarcini.

Conturându-se ca un domeniu interdisciplinar, *Computer Vision* a luat forma unor cursuri universitare predate în cadrul programelor de Informatică sau Inginerie Electrică la diverse universități din Europa și America. Astfel, Universitatea Stanford oferă cursul „Deep Learning for Computer Vision”, ce acoperă subiecte legate de clasificarea imaginilor, iar University of Central Florida (UCF) deține un program de Master științific în Computer Vision (MSCV), care pune accent pe procesarea imaginilor, viziunea 3D și aplicațiile în învățarea automată. Totodată, UCF găzduiește și un centru important de cercetare în acest domeniu. De asemenea, University of Maryland - College Park și University of California - San Diego includ cursuri avansate și oportunități de cercetare în Computer Vision, integrate în cadrul programelor de informatică și inteligență artificială. Universitatea Politehnică din București deține un program de master în Inteligența Artificială, care include cursul de Computer Vision. Totodată, în Europa, numeroase universități oferă programe avansate de masterat în „Computer Vision”, printre cele mai recunoscute fiind: International Master in Computer Vision (IMCV), program oferit în colaborare între Universitatea din Santiago de Compostela, Universitatea din Vigo, Universitatea din Coruña (Spania) și Universitatea din Porto (Portugalia); Master în Computer Vision la Universitatea Autonomă din Barcelona (UAB), în colaborare cu alte universități din Catalonia, MSc Computer Vision, Robotics, and Machine Learning la Universitatea din Surrey (Marea Britanie) etc.

Studiul cursului Computer Vision implică o combinație de conținuturi din:

- ✓ matematică și statistică: transformări matematice (de ex., transformări Fourier), analiza datelor, optimizare și învățare automată;
- ✓ limbaje de programare precum Python și biblioteci specifice (OpenCV, TensorFlow, PyTorch), care sunt utilizate pentru a implementa algoritmi și a testa modele;
- ✓ tehnici de procesare a imaginilor, precum segmentarea, recunoașterea obiectelor, detectarea marginilor, recunoașterea facială etc.;
- ✓ învățarea profundă (deep learning), datorită eficienței modelelor bazate pe rețele neuronale convoluționale (CNN-uri în recunoașterea imaginilor și a obiectelor).

De cele mai dese ori, aceste cursuri se finalizează cu proiecte practice, în care studenții și cercetătorii sunt implicați în crearea de modele care să rezolve probleme reale, precum recunoașterea și clasificarea imaginilor sau detectarea de anomalii în imagini medicale.

În afară de faptul că studiul Computer Vision se face prin programe universitare în informatică sau inginerie electronică, acesta se poate realiza și prin intermediul cursurilor online (Coursera, Udacity, Udemy, edX etc.) sau resurselor open-source și tutorialelor disponibile pe platforme ca GitHub și Kaggle.

Pe de altă parte, teoriile, algoritmii, modelele și tehnologiile Computer Vision pot fi implementate nu doar în industrie și economie, dar și în educație, pentru:

1. îmbunătățirea evaluării prin automatizarea verificării lucrărilor scrise;
2. supravegherea și monitorizarea în cadrul examenelor online, asigurând respectarea de către studenți a regulilor și evitând astfel fraudele;
3. construirea de medii educaționale imersive, ce oferă studenților de la medicină sau inginerie simulări interactive bazate pe realitatea augmentată (AR) și realitatea virtuală (VR), tehnologii ce sunt intens legate de Computer Vision;
4. relaționarea studenților cu conținutul de învățare pe baza recunoașterii gesturilor și interacțiunii naturale, folosind gesturi, în loc de tradiționalele tastaturi și mouse-uri;
5. analiza datelor de învățare, prin urmărirea interacțiunilor studenților cu resursele educaționale, evaluarea gradului lor de implicare și identificarea domeniilor care necesită îmbunătățiri.

Prin urmare, Computer Vision poate extinde posibilitățile de interacțiune digitală, și poate îmbunătăți calitatea educației prin intermediul automatizării și personalizării experienței de învățare.

Procesarea imaginilor

Principala preocupare a domeniului de Computer Vision este procesarea imaginilor și video-urilor, prin diferiți algoritmi. Aceștia pornesc de la operatori lineari și non-lineari de filtrare, precum: operatori de punct pentru transformări elementare de manipulare a fiecărui pixel independent de vecinii lui, operatori de vecinătate, în care fiecare pixel nou depinde de valorile inițiale ale pixelilor vecini (transformarea Fourier) și operatori globali ca transformările geometrice de rotație, transformările afine de forfecare, transformările proiective etc. Procesarea imaginilor continuă cu ajustarea și optimizarea modelelor cu ajutorul diferitor algoritmi precum interpolarea datelor discrete, câmpurile aliatoare Markov, învățarea profundă, recunoașterea, detecția caracteristicilor și potrivirea, alinierea imaginilor, estimarea mișcării, estimarea adâncimii, reconstrucția 3D etc. [4].

Pentru a înțelege mai clar cu ce se ocupă domeniul discutat, se poate porni de la *filtrarea liniară* de vecinătate (convoluție) ce reprezintă operația de bază de procesare a imaginii, care este eficientă în detectarea marginilor, colțurilor, petelor de aglomerări (blob), eliminarea impurităților (zgomotelor) imaginilor. În cadrul acestei operații valoarea pixelului obținut este suma ponderată a valorilor pixelilor din mica vecinătate, utilizând o funcție de filtrare $h(k, l)$, numită nucleu, mască sau coeficient de filtrare:

$$g(i, j) = \sum_{k, l} f(i + k, j + l)h(k, l)$$

unde $f(i, j)$ sunt pixelii din imaginea inițială, iar $g(i, j)$ - din imaginea obținută [4, p. 120]. Valoarea elementară a pixelilor dintr-o imagine pe o scală de gri, este intensitatea de negru din intervalul 0..255. De exemplu, dacă se consideră valorile pixelilor dintr-un fragment de imagine de dimensiunea 8×8 în care unul din pixeli se consideră impuritate (probabil fotografia de unde a fost scanată imaginea a fost deteriorată în acel punct), atunci cu

ajutorul operatorului de filtrare liniară, poate fi eliminat acest defect (zgomot – engl. *noise*), utilizând nucleul $h(x, y)$ ilustrat în figura 2. După cum se poate vedea, după calculul sumei ponderate a valorilor pixelilor din vecinătatea pixelului cu valoarea 250, se obține un pixel nou cu valoarea 203, care se încadrează perfect în imagine și nu mai constituie zgomot:

$$195 * 0,1 + 200 * 0,1 + 205 * 0,1 + 155 * 0,1 + 250 * 0,2 + 205 * 0,1 + \\ + 190 * 0,1 + 190 * 0,1 + 185 * 0,1 = 202,5 \approx 203$$

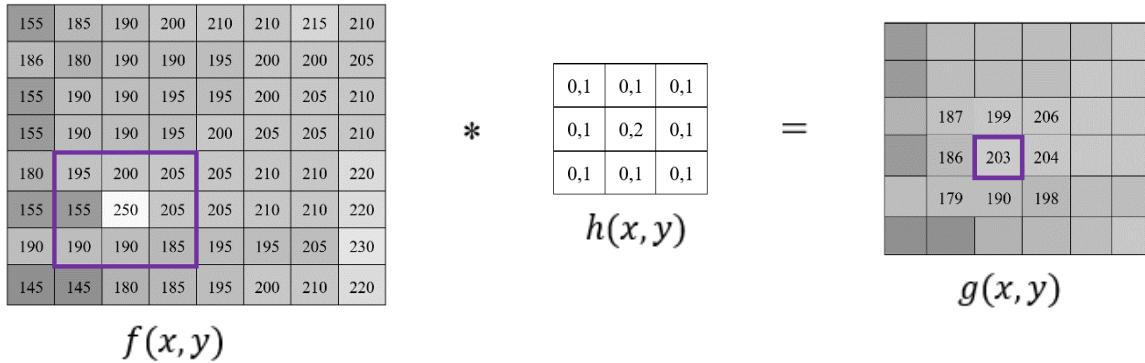


Figura 2. Exemplu de filtrare liniară prin intermediul pixelilor din vecinătate
(adaptat, după [4])

Dacă filtrarea liniară este o operație de bază, atunci procesarea imaginilor la nivel mediu se face inclusiv prin *segmentare*, prin intermediul căreia se încearcă determinarea apartenenței componentelor imaginii sau video-ului unui set de date. Procedura aceasta este cunoscută sub denumirea de clustering, ce se realizează în două moduri:

- partiționarea – descompunerea imaginii în regiuni ce au culoare și textură coerentă, respectiv descompunerea secvenței video în segmente de videoclip care arată aproximativ aceleași lucruri din aproximativ același punct de vedere;
- gruparea – colectarea de itemi de date care împreună formează un obiect în corespondență cu un model dat, precum token-uri dintr-o imagine, care pot fi deplasate împreună [5].

Odată cu delimitarea și conturarea în anii ‘70 a Computer Vision ca un domeniu independent din inteligența artificială, tehnicile machine learning au continuat să joace un rol important în dezvoltarea algoritmilor de procesare a imaginilor digitale. Astfel, învățarea supervizată este utilizată în sarcini de clasificare, în care caracteristicile imaginilor de intrare, cărora li se asociază etichete de clasă, ce provine dintr-un set de clase, constituie o colecție de intrări. Această tehnică presupune introducerea perechilor de valori de intrări și ieșiri într-un algoritm de învățare, care ajustează parametri modelului astfel încât să maximizeze corespondența dintre predicțiile modelului și ieșirile țintă. După etapa de training, datele de antrenament sunt procesate prin iterații multiple, iar modelul antrenat poate fi utilizat pentru a prezice noi valori de ieșire pentru date de intrare neutilizate anterior, aceasta fiind considerată faza de testare. În clasificarea semantică a imaginilor se etichetează o imagine completă cu cea mai apropiată categorie semantică. Metodele de

clasificare din învățarea supervizată se bazează pe algoritmi de vecinătate proximă, clasificare Bayesiană, regresie, arbori de decizie etc.

O altă tehnică din machine learning este învățarea nesupervizată, în care nu se utilizează etichete de asociere caracteristicilor extrase din imagini. Iar în ultimii ani rețelele neuronale devin metode de alegere pentru majoritatea sarcinilor de recunoaștere din Computer Vision. O rețea neuronală profundă, compusă din mii de „neuroni” interconectați, reprezintă un graf de calcul a sumelor ponderate ca și în cazul regresiei, urmat de funcția de activare a re-cartografierii. De obicei, rețelele neuronale sunt organizate în straturi consecutive.

În concluzie, tehnicile și algoritmiile domeniului Computer Vision sunt atât de complexe și multiple încât nu se încadrează în mii de pagini de conținut, iar cu cât se obțin mai multe realizări, cu atât mai mult crește fascinația cercetătorilor față de complexitatea sistemului uman de percepție vizuală, cu care tinde să se asemene Computer Vision [6].

Activități STEAM în Computer Vision

O problemă clasică și foarte practică din domeniul Computer Vision se referă la detecția și clasificarea obiectelor din imagini, care permite înțelegerea modului de procesare a imaginilor, de antrenare a modelelor de învățare profundă și de aplicare la rezolvarea problemelor reale. În jurul acestei probleme pot fi elaborate un șir de activități, proiecte STEAM, care implică toate cele cinci domenii aferente. Este evident aspectul *științific* al acestor activități, în care cursanții pot fi provocați să investigheze aprofundat subiectului sistemului de vedere uman, cunoscutele și necunoscutele savanților în acest domeniu și realizările tehnicii moderne în simularea digitală a percepției vizuale a omului.

Reperetele *ingineresti* din activitățile STEAM se pot axa pe descrierea diferitor dispozitive de captat imagini și video-uri (aparate de fotografiat, camere de luat vederi, smartphone etc.), identificarea componentelor principale și a tehnologiilor de fabricație și, totodată, utilizarea acestora la obținerea unor imagini ce vor fi ulterior procesate.

La capitolul *artă*, imaginile obținute pot fi organizate într-o expoziție tematică, crearea unor produse de artă plastică manuală, care apoi pot fi scanate și utilizate de asemenea la etapa de procesare.

Algoritmul de filtrare liniară de vecinătate (convoluție), descris mai sus, sau oricare algoritm identificat din Computer Vision, poate fi utilizat pentru calcule efective (precum în figura 2), astfel abordând și domeniul *matematicii* din activitatea STEAM propusă.

Domeniul *tehnologie* poate fi valorificat prin exemple concrete de module, biblioteci și coduri de program ce pot detecta obiectele dintr-o imagine, acestea fiind disponibile în literatura de specialitate. Sarcina cursanților este de a asigura cu instalarea bibliotecilor Python necesare, precum:

- *tensorflow* sau *Keras*, utilizate pentru implementarea rețelelor neuronale și modelelor de deep learning;

```
import tensorflow as tf
```

.....

```
def load_img(path):  
    img = tf.io.read_file(path)  
    img = tf.image.decode_jpeg(img, channels=3)  
    return img
```

- *tempfile* pentru stocarea temporară a unei imagini din internet care urmează a fi procesată;

```
import tempfile
```

.....

```
def download_and_resize_image(url, new_width=256, new_height=256,  
                               display=False):  
    _, filename = tempfile.mkstemp(suffix=".jpg")  
    response = urlopen(url)  
    image_data = response.read()  
    image_data = BytesIO(image_data)  
    pil_image = Image.open(image_data)  
    pil_image = ImageOps.fit(pil_image, (new_width, new_height), Image.LANCZOS)  
    pil_image_rgb = pil_image.convert("RGB")  
    pil_image_rgb.save(filename, format="JPEG", quality=90)  
    print("Image downloaded to %s." % filename)  
    if display:  
        display_image(pil_image)  
    return filename
```

- sau *numpy* pentru stocarea și cuantificarea obiectelor identificate din imaginea procesată etc.

```
import numpy as np
```

.....

```
result = {key:value.numpy() for key,value in result.items()}  
print(result['detection_class_entities'])  
print("Found %d objects." % len(result["detection_scores"]))  
print("Time: ", end_time-start_time)
```



Figura 3. Exemplu de imagine din Internet a cărei link s-a utilizat ca date de intrare în codul programului de identificare a obiectelor

Odată cu identificarea imaginii pentru procesare, se solicită în codul programului adresa URL a acesteia:

```
image_url = input("Image Url: ")
detect_img(image_url)
```

Așa cum s-a menționat anterior, programul presupune stocarea temporară a imaginii în locația detectată de acesta, care este afișată în prima linie de output, după care urmează afișarea conținutului listei de obiecte.



```
Image Url: https://as1.ftcdn.net/v2/jpg/05/70/06/42/1000_F_570064253_HUeFuqaiyBds35ZBUVrnvld7ai81LTYS.jpg
Image downloaded to C:\Users\prute\AppData\Local\Temp\tmpf1nj1_8.jpg.
[b'Window' b'House' b'Chair' b'Houseplant' b'Houseplant' b'Studio couch'
b'Sofa bed' b'Flowerpot' b'Houseplant' b'Plant' b'Houseplant' b'Table'
b'Houseplant' b'Houseplant' b'Houseplant' b'House' b'Chair' b'Couch'
b'Flowerpot' b'Flowerpot' b'Houseplant' b'Plant' b'Flowerpot'
b'Flowerpot' b'Flowerpot' b'Houseplant' b'Pillow' b'Loveseat'
b'Houseplant' b'Flowerpot' b'Plant' b'Studio couch' b'Houseplant'
b'Plant' b'Building' b'Plant' b'Plant' b'Flowerpot' b'Person'
b'Flowerpot' b'Plant' b'Chair' b'Couch' b'Flowerpot' b'Houseplant'
b'Clothing' b'Flowerpot' b'Houseplant' b'Houseplant' b'Chair' b'Plant'
b'Clothing' b'Furniture' b'Studio couch' b'Coffee table' b'Flowerpot'
b'Houseplant' b'Houseplant' b'Person' b'Human face' b'Furniture' b'Couch'
b'Person' b'Plant' b'Chair' b'Plant' b'Woman' b'Flowerpot' b'Clothing'
b'Chair' b'Houseplant' b'Chair' b'Furniture' b'Sofa bed' b'Woman'
b'Houseplant' b'Flowerpot' b'Houseplant' b'Studio couch' b'Man'
b'Building' b'Flowerpot' b'Table' b'Table' b'Clothing' b'Flowerpot'
b'Table' b'Clothing' b'Flowerpot' b'Person' b'Window' b'Couch' b'Woman'
b'Pillow' b'Plant' b'Houseplant' b'Flowerpot' b'Porch' b'Plant'
b'Houseplant']
Found 100 objects.
Time: 47.145087480545044
Font not found, using default font.
Inference time: 48.773950815200806
```

Concluzii. Complexitatea domeniului Computer Vison impune soluții didactice inovatoare pentru a facilita înțelegerea cursanților, or activitățile STEAM sunt potrivite pentru acest scop.

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale din perspectiva conceptului STEAM și Inteligenței Artificiale”, codul 040101, din cadrul Programului instituțional de cercetare (2024-2027), aprobat prin Ordin MEC nr. 102 din 01.02.2024

Bibliografie

1. PAVEL, Maria; PAVEL, Dorin. Profilul cadrului didactic STEAM. In: Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale, (concept STEAM). Vol.1, 29-30 octombrie 2021. Chișinău: UST, 2021, pp. 303-308. ISBN 978-9975-76-356-1.
2. https://en.wikipedia.org/wiki/Computer_vision#:~:text=11%20External%20links-Definition,human%20visual%20system%20can%20do.
3. CAO, M. Optimization of plane image color enhancement based on Computer Vision. In: *Wireless communications and mobile computing*, 2023. Issue 1. 8 p. <https://doi.org/10.1155/2022/3463222>
4. SZELISKI, R. *Computer Vision: Algorithms and applications*. 2nd edition. Springer, 2022. 1232 p. ISBN: 978-3030343712.
5. FORSYTH, D.A., PONCE, J. *Computer Vision. A modern approach*. 2nd edition. Pearson, 2011. 800 p. ISBN: 978-0136085928.
6. <https://www.cs.cmu.edu/~mihaib/articole/vedere/vedere-html.html>

ROLUL COMPETENȚELOR DIGITALE ÎN EDUCAȚIA STEAM

Teodora VASCAN, dr., conf. univ.

<https://orcid.org/0000-0002-6828-5343>

Catedra Informatică și Tehnologii Informaționale, UPSC

Rezumat. Articolul explorează interdependența dintre competențele digitale și educația STEAM (Știință, Tehnologie, Inginerie, Arte și Matematică). În contextul unei lumi din ce în ce mai digitalizate, competențele digitale devin esențiale pentru formarea elevilor capabili să abordeze provocările contemporane. Articolul analizează cum utilizarea tehnologiei îmbunătățește învățarea interdisciplinară, facilitează colaborarea și dezvoltă abilități de rezolvare a problemelor. Se evidențiază importanța integrării competențelor digitale în educația STEAM pentru a încuraja gândirea critică și creativitatea, precum și pentru a pregăti elevii pentru piața muncii. Se demonstrează cum educația STEAM, sprijinită de competențele digitale, poate genera inovatori și lideri în diverse domenii. Articolul concluzionează că investiția în dezvoltarea acestor competențe este crucială pentru o educație relevantă și adaptată nevoilor viitoare.

Cuvinte cheie: Competențe digitale, educația STEAM, învățarea interdisciplinară.

Abstract. The article explores the interdependence between digital skills and STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) education. In the context of an increasingly digitized world, digital skills are becoming essential for training students capable of tackling contemporary challenges. The article examines how the use of technology enhances interdisciplinary learning, facilitates collaboration, and develops problem-solving skills. It highlights the importance of integrating digital skills in STEAM education to encourage critical thinking and creativity, as well as to prepare students for the labor market. It demonstrates how STEAM education, supported by digital skills, can generate innovators and leaders in various fields. The article concludes that investing in the development of these skills is crucial for an education that is relevant and adapted to future needs.

Keywords: Digital skills, STEAM education, interdisciplinary learning.

Introducere

Într-o eră caracterizată prin avansuri tehnologice rapide și o globalizare accelerată, educația tradițională nu mai poate răspunde în totalitate nevoilor actuale ale elevilor. În acest context, educația STEAM (Știință, Tehnologie, Inginerie, Arte și Matematică) a apărut ca un răspuns inovator la provocările educaționale contemporane, punând accent pe integrarea diverselor discipline pentru a forma gânditori critici și creativi. Totodată, competențele digitale devin fundamentale, nu doar ca instrumente de sprijin, ci și ca abilități esențiale pentru succesul în lumea modernă.

Articolul de față își propune să examineze rolul crucial al competențelor digitale în promovarea educației STEAM. Aceste competențe nu doar că facilitează accesul la resurse educaționale variate, dar și contribuie la dezvoltarea unor abilități necesare în activitățile de învățare interactivă și colaborativă. Prin integrarea competențelor digitale în curricula,

elevii sunt pregătiți să facă față provocărilor complexe ale secolului XXI, să inoveze și să contribuie activ la societatea în care trăiesc.

Integrarea competențelor digitale în educația STEAM este esențială pentru îmbunătățirea rezultatelor învățării elevilor. Profesorii folosesc diverse strategii și instrumente pentru a integra eficient tehnologia, promovând abilitățile interdisciplinare și îmbunătățind implicarea. Dar, pentru a putea integra cu succes competențele digitale în educația STEAM este necesar ca profesorii să fie instruiți pentru a-și îmbunătăți competențele digitale, care includ alfabetizarea informațională și capacitatea de a crea conținut digital. Această instruire este crucială pentru implementarea eficientă a metodologiilor STEAM [1, 2]. Cursurile specializate sunt concepute pentru a dota profesorii cu abilitățile necesare pentru a crea medii de învățare orientate spre STEAM, îmbunătățind astfel practicile lor de predare [2].

De asemenea, s-a demonstrat că utilizarea metodelor de predare bazate pe IT dezvoltă abilități interdisciplinare în rândul studenților, combinând STEM cu artele pentru a crea o experiență de învățare holistică [3]. Au fost documentate rezultate pozitive din integrarea tehnologiei educaționale, cu creșteri semnificative ale planurilor de lecție care încorporează instrumente digitale [4].

Esențială este și stabilirea unei comunități de practică între educatori și părțile interesate care îmbunătățește colaborarea și partajarea resurselor, ceea ce este vital pentru implementarea cu succes a STEAM [5].

Integrarea instrumentelor de fabricație digitală în educația STEAM, încurajează colaborarea între profesori și părțile interesate pentru a îmbunătăți practicile de predare și a îmbunătăți rezultatele învățării elevilor în mediile de educație formală [6].

Conform sursei [7], educatorii STEAM integrează competențele digitale prin proiectarea de programe care pun accent pe rezolvarea problemelor complexe, creativitatea și gândirea critică, aliniindu-se cu tehnologiile *Industrial Digitalisation 4.0* și încurajând învățarea practică bazată pe proiecte.

Studiul realizat în sursa bibliografică [8], evidențiază faptul că integrarea competențelor digitale prin misiuni precum studii de caz digitale și activități multimedia îmbunătățește cunoștințele tehnologice și științifice, încurajând comunitățile de învățare implicate și îmbunătățirea rezultatelor studenților.

Educatorii STEAM integrează competențele digitale prin proiectarea de programe interdisciplinare care promovează agenția studenților, proiectele de colaborare și aplicațiile din lumea reală, promovând experiențe de învățare semnificative și îmbunătățind rezultatele generale ale studenților [9].

În timp ce accentul pus pe competențele digitale este esențial, unii susțin că un accent excesiv pe tehnologie poate afecta metodele tradiționale de predare, ceea ce poate duce la

lacune în cunoștințele fundamentale. Echilibrarea abordărilor digitale cu cele tradiționale rămâne o provocare pentru profesori.

Contribuțiile competențelor digitale în educația STEAM

Facilitarea colaborării și a învățării interdisciplinare este una din contribuțiile competențelor digitale în educația STEAM. Competențele digitale permit elevilor să colaboreze în mod eficient, să comunice și să își împărtășească cunoștințele, utilizând platforme și instrumente digitale. De exemplu, proiectele de tip „design thinking” sau „problem-based learning” sunt susținute de medii de colaborare online (precum *Google Classroom*, *Slack* sau *Microsoft Teams*), în care elevii din diverse discipline pot lucra împreună la soluționarea unor probleme reale. Astfel, acestea dezvoltă abilități interdisciplinare și devin mai capabili să abordeze provocări complexe.

De asemenea, competențele digitale vor contribui la *dezvoltarea creativității și a inovației*. Utilizarea tehnologiilor digitale în educația STEAM oferă elevilor oportunitatea de a explora idei inovative și de a-și dezvolta creativitatea. Aplicațiile de modelare 3D, imprimantele 3D, software-ul de programare și simulările virtuale sunt doar câteva dintre resursele care le permit elevilor să experimenteze și să creeze prototipuri. Integrarea artelor (litera „A” din STEAM) prin design digital, animație sau muzică electronică subliniază rolul imaginației în rezolvarea problemelor tehnice și științifice.

Îmbunătățirea gândirii critice și a rezolvării de probleme – un alt aport adus de competențele digitale în educația STEAM. Competențele digitale în educația STEAM stimulează dezvoltarea gândirii algoritmice și a abilităților de codare, care sunt necesare pentru analizarea datelor și rezolvarea problemelor complexe. Elevii care se familiarizează cu programarea sau analiza datelor, de exemplu, pot aplica aceste competențe în știință și matematică, ceea ce îi ajută să identifice modele și soluții inovatoare. De asemenea, acest tip de competențe pregătește tinerii pentru provocările tehnologiilor emergente, cum ar fi inteligența artificială și automatizarea.

Competențele digitale vor contribui și la *pregătirea pentru piața muncii și dezvoltarea leadership-ului*. Elevii care dobândesc competențe digitale și le aplică în contexte interdisciplinare sunt mai bine pregătiți pentru piața muncii, unde adaptabilitatea și capacitatea de a înțelege multiple domenii devin esențiale. Ei sunt capabili să gândească critic, să inoveze și să colaboreze cu specialiști din diverse domenii, ceea ce îi face lideri în echipele lor și îi ajută să se adapteze rapid la noile cerințe tehnologice și economice. În plus, liderii în tehnologie sunt adesea cei care pot naviga între diferite discipline și au o înțelegere cuprinzătoare a modului în care soluțiile tehnologice pot fi aplicate în contexte variate.

În România, proiecte educaționale cum ar fi "*CoderDojo*" sau "*Hour of Code*" au sprijinit tinerii să își dezvolte competențe digitale prin jocuri și programare. În școlile din Republica Moldova, introducerea disciplinelor opționale Robotica, Inteligența Artificială,

a imprimării 3D și a altor instrumente digitale facilitează învățarea interdisciplinară, elevii aplicând concepte din știință și matematică pentru a crea soluții inovatoare, utile pentru societate.

Competențele digitale susțin educația STEAM într-un mod semnificativ, oferindu-le tinerilor instrumentele și metodele necesare pentru a deveni adaptabili și creativi, lideri în domenii emergente, capabili să facă față provocărilor și să contribuie la inovația viitorului.

Autoevaluarea competențelor digitale

DigComp, Cadrul de competențe digitale pentru cetățeni, identifică componentele cheie ale competenței digitale în cinci domenii și 21 de competențe specifice (figura 1). De asemenea, descrie opt niveluri de competență, exemple de cunoștințe, abilități și atitudini și cazuri de utilizare în contexte educaționale și de angajare.

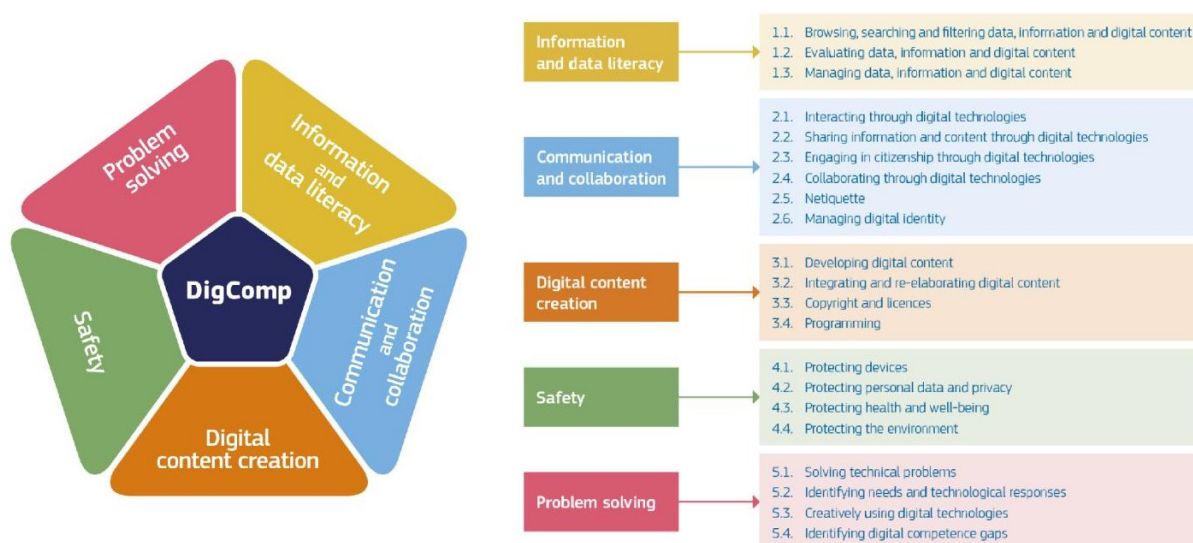


Figura 1. Componentele cheie ale competenței digitale

Pentru a putea lua decizii privind cum vom contribui la formarea și dezvoltarea competențelor digitale este necesar de evaluat inițial nivelul competențelor digitale ale elevilor și de a identifica tipul de utilizatori a acestora. Acest lucru poate fi realizat prin intermediul unui formular de autoevaluare unde elevii vor identifica tipul lor de utilizator pentru cele domenii de competență:

1. *Procesarea informației.* Pentru a identifica tipul de utilizator pentru acest domeniu de competență se va folosi următorul tabel (tabelul 1).

Tabelul 1. Tipul de utilizatori pentru domeniul de competență

Procesarea informației

Tipul utilizatorului	Competențe
Utilizator elementar	<ul style="list-style-type: none"> • Pot căuta informații folosind un motor de căutare. • Știu că nu toate informațiile online sunt verosimile. • Pot salva sau stoca fișiere sau conținut (de ex. text, imagini, video, pagini web și le pot regăsi odată salvate sau stocate).
Utilizator independent	<ul style="list-style-type: none"> • Pot folosi diferite motoare de căutare pentru a găsi informații.

	<ul style="list-style-type: none"> • Folosesc anumite filtre atunci când caut (ex. caută numai imagini, video, hărți). • Grupez informația într-o manieră metodică folosind fișiere și foldere pentru a le găsi mai ușor. Realizez copii de siguranță (backup) pentru informațiile sau fișierele stocate.
Utilizator experimentat	<ul style="list-style-type: none"> • Pot utiliza feed-uri web (de ex. RSS) pentru a fi la curent cu lucrurile de interes pentru mine. • Pot evalua validitatea și credibilitatea informației folosind un set de criterii. • Sunt la curent cu noile progrese în ceea ce privește căutarea de informații, stocarea și regăsirea acestora. • Pot salva informația găsită pe Internet în diferite formate. • Pot folosi servicii de tip cloud pentru depozitarea informației.

2. *Comunicare și colaborare.* Pentru a identifica tipul de utilizator pentru acest domeniu de competență se va folosi tabelul 2.

**Tabelul 2. Tipul de utilizatori pentru domeniul de competență
*Comunicare și colaborare***

Tipul utilizatorului	Competențe
Utilizator elementar	<ul style="list-style-type: none"> • Pot comunica cu ceilalți folosind telefonul mobil, programe de comunicare vocală pe internet (ex. Skype) e-mail sau chat folosind funcții de bază (ex. mesagerie vocală, SMS, trimitere și primire de e-mail-uri, schimb de text). • Pot partaja fișiere și conținut folosind instrumente simple. • Știu că pot utiliza tehnologiile digitale pentru a interacționa cu diferite tipuri de servicii (ex. servicii publice, bănci, spitale). • Sunt conștient de existența rețelelor sociale și a instrumentelor de colaborare online. • Sunt conștient că atunci când se folosesc instrumente digitale se aplică anumite reguli de comunicare (ex. atunci când se comentează, când se împărtășesc informații personale).
Utilizator independent	<ul style="list-style-type: none"> • Pot utiliza funcții avansate ale anumitor instrumente de comunicare (de ex. programe de comunicare vocală și partajarea de fișiere). • Pot folosi instrumente de colaborare și pot contribui la documente/fișiere pe care altcineva le-a creat. • Pot utiliza anumite funcții ale serviciilor online (de ex. servicii publice, e-banking, cumpărături online). • Pot transmite sau pot face schimb de cunoștințe cu alte persoane online (de ex. prin intermediul rețelelor sociale sau în cadrul comunităților online). • Sunt conștient de existența regulilor de comunicare online și le aplic (netiquette).
Utilizator experimentat	<ul style="list-style-type: none"> • Folosesc în mod activ o gamă largă de instrumente de comunicare (email, chat, SMS, mesagerie în timp real, bloguri, micro-bloguri, rețele sociale) pentru comunicarea online. • Pot crea și gestiona conținutul prin instrumente de colaborare (de ex. calendare electronice, sisteme de management de proiect, corectură online, tabele colaborative). • Particip în mod activ în spațiile online și folosesc mai multe servicii online (de ex. servicii publice, e-banking, cumpărături online). • Pot folosi funcții avansate ale instrumentelor de comunicare (de ex. conferințe video, schimbul de date, schimbul de aplicații).

3. *Creare de conținut digital*. Pentru a identifica tipul de utilizator pentru acest domeniu de competență se va folosi tabelul 3.

Tabelul 3. Tipul de utilizatori pentru domeniul de competență

Creare de conținut digital

Tipul utilizatorului	Competențe
Utilizator elementar	<ul style="list-style-type: none"> • Pot produce conținut digital simplu (de ex. tabele, imagini, fișiere audio) folosind instrumente digitale în cel puțin un tip de format. • Pot efectua editare de bază pentru conținut produs de alte persoane. Știu că partea de conținut poate fi protejată prin drepturi de autor. • Pot aplica și modifica funcții simple și setările de software precum și ale aplicațiilor pe care le folosesc (de ex. schimbarea setărilor standard).
Utilizator independent	<ul style="list-style-type: none"> • Pot produce conținut digital complex (de ex. text, tabele, imagini, fișiere audio). Pot folosi instrumente/editori pentru crearea de pagini web sau de tip blog, folosind template-uri (de ex. WordPress). • Pot aplica formatare de bază (de ex. introducerea notelor de subsol, grafice, tabele) conținutului produs de mine sau de către alte persoane. • Știu cum să fac trimiteri și să reutilizez conținutul protejat de dreptul de autor. • Cunosc elementele de bază ale unui limbaj de programare.
Utilizator experimentat	<ul style="list-style-type: none"> • Pot produce sau modifica conținut multimedia complex, în diferite formate, folosind o varietate de platforme digitale, instrumente și medii • Pot crea un site web folosind un limbaj de programare. • Pot folosi funcții avansate de formatare ale diferitelor instrumente (de ex. funcția mail merge, fuziunea documentelor de diferite formate, folosind formule avansate, macro-uri). • Știu cum să aplic licențele și drepturile de autor. • Pot folosi mai multe limbaje de programare. • Știu cum să proiectez, creez și să modific baze de date cu ajutorul calculatorului.

4. *Securitate*. Pentru a identifica tipul de utilizator pentru acest domeniu de competență se va folosi tabelul 4.

Tabelul 4. Tipul de utilizatori pentru domeniul de competență *Securitate*

Tipul utilizatorului	Competențe
Utilizator elementar	<ul style="list-style-type: none"> • Pot lua măsuri simple pentru a îmi proteja dispozitivele (de ex. folosind antivirus și parole). Știu că nu toate informațiile online sunt de încredere. Sunt conștient de faptul că datele mele de identificare (nume de utilizator și parolă) pot fi furate. Știu că nu ar trebui să dezvălui informații private în mediul online. • Știu că folosirea tehnologiei digitale în mod intensiv îmi poate afecta sănătatea. • Pot lua măsuri simple pentru a economisi energia.
Utilizator independent	<ul style="list-style-type: none"> • Am instalat programe de securitate pe dispozitivele pe care le folosesc, pentru a accesa Internetul (de ex. antivirus, firewall). Rulez aceste programe în mod frecvent și le actualizez periodic. • Folosesc parole diferite pentru a accesa echipamente, dispozitive și servicii digitale și le modific în mod periodic.

	<ul style="list-style-type: none"> • Pot identifica site-urile sau mesajele e-mail care ar putea fi folosite pentru înșelătorie. Pot identifica un e-mail ce prezintă un potențial risc. • Îmi pot forma propria identitate digitală online și îmi pot urmări amprenta mea digitală. • Înțeleg riscurile prezente pentru sănătate asociate cu utilizarea tehnologiilor digitale (de ex. ergonomia, riscul de dependență). • Înțeleg impactul pozitiv și negativ al tehnologiei asupra mediului.
Utilizator experimentat	<ul style="list-style-type: none"> • Verific în mod frecvent configurația de securitate a dispozitivelor și sistemelor și / sau a aplicațiilor pe care le folosesc. • Știu cum să reacționez în cazul în care computerul este infectat cu un virus. Pot configura sau modifica setările de firewall și de securitate ale dispozitivelor mele digitale. Știu cum să encrptez e-mail-uri sau fișiere. • Pot aplica filtre pentru e-mail-uri de tip spam. • Pentru a evita probleme de sănătate (fizică și psihică) utilizez în mod rezonabil tehnologia informației și comunicării. • Sunt informat cu privire la impactul pe care tehnologiile digitale îl au asupra vieții de zi cu zi, asupra consumului de online și asupra mediului.

5. Rezolvare de probleme.

Tabelul 5. Tipul de utilizatori pentru domeniul de competență

Rezolvare de probleme

Tipul utilizatorului	Competențe
Utilizator elementar	<ul style="list-style-type: none"> • Pot găsi sprijin și asistență atunci când apare o problemă în timpul folosirii unui nou dispozitiv, program sau aplicație. • Știu cum să rezolv unele probleme de rutină (de ex. închiderea unui program, restartarea computerului, reinstalarea programului / actualizarea, verificarea conexiunii la Internet). • Știu că instrumentele digitale mă pot ajuta în rezolvarea problemelor. Sunt conștient, de asemenea, că au limitări. • Atunci când mă confrunt cu o problemă tehnologică sau non-tehnologică, pot folosi instrumentele digitale pe care le cunosc pentru a o rezolva. • Sunt conștient de faptul că trebuie să îmi actualizezi competențele digitale, în mod regulat.
Utilizator independent	<ul style="list-style-type: none"> • Pot rezolva cele mai multe dintre cele mai întâlnite probleme care apar în utilizarea tehnologiei digitale. • Pot folosi tehnologiile digitale pentru a rezolva problemele (non-tehnice). Pot să selectez un instrument digital care se potrivește nevoilor mele și îi pot evalua eficacitatea. • Pot rezolva problemele tehnologice, prin explorarea setărilor și opțiunilor programelor sau instrumentelor. • Îmi actualizez competențele digitale în mod frecvent. Sunt conștient de limitele mele și încerc să acopăr lacunele.
Utilizator experimentat	<ul style="list-style-type: none"> • Pot rezolva aproape toate problemele care apar în utilizarea tehnologiilor digitale. • Pot alege în mod corect instrumentul, dispozitivul, aplicația, software-ul sau serviciile pentru a rezolva problemele (non-tehnice).

	<ul style="list-style-type: none"> • Sunt conștient de noile evoluții tehnologice. Înțeleg cum funcționează noile instrumente. • În actualizez frecvent competențele digitale.
--	--

Concluzii

Educația STEAM (Științe, Tehnologie, Inginerie, Arte și Matematică) reprezintă o abordare multidisciplinară esențială pentru dezvoltarea competențelor necesare în era digitală. În cadrul acestei abordări, competențele digitale joacă un rol crucial, fiind atât un mediu de învățare, cât și un instrument care transformă procesul educațional. Concluziile articolului evidențiază faptul că integrarea competențelor digitale în educația STEAM nu doar sprijină învățarea activă, dar și dezvoltă gândirea critică, rezolvarea creativă a problemelor și colaborarea eficientă.

Competențele digitale susțin fiecare componentă a educației STEAM, de la modelare și simulare în științele exacte, până la programare și prototipare în inginerie și design. De asemenea, tehnologiile digitale facilitează învățarea bazată pe proiecte, care este un element esențial în predarea STEAM, oferind acces la resurse online, aplicații de realitate augmentată și virtuală, precum și platforme de colaborare care promovează o interacțiune globală între elevi și profesori. Astfel, competențele digitale nu numai că sprijină dezvoltarea cunoștințelor tehnice, dar stimulează și creativitatea și inovația.

Evaluarea competențelor digitale este esențială pentru a înțelege impactul lor asupra învățării. Studiul de caz prezentat în articol arată că evaluarea nu trebuie să se limiteze doar la cunoștințe tehnice, ci trebuie să includă și abilități precum gândirea computațională, colaborarea online și gestionarea informațiilor.

Pentru o integrare eficientă a competențelor digitale în educația STEAM, este necesară o colaborare strânsă între cadrele didactice, dezvoltatorii de curricula și experții în tehnologie. Este esențial ca profesorii să fie formați continuu în utilizarea noilor tehnologii și să aibă acces la resursele necesare. În același timp, este important să se creeze strategii de evaluare care să reflecte complexitatea competențelor digitale și să sprijine dezvoltarea acestora pe termen lung.

Astfel, competențele digitale reprezintă un element transformator în educația STEAM, facilitând un proces de învățare mai dinamic, interactiv și pregătind elevii pentru provocările lumii digitale.

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale din perspectiva conceptului STEAM și Inteligenței Artificiale”, codul 040101, din cadrul Programului instituțional de cercetare (2024-2027), aprobat prin Ordin MEC nr. 102 din 01.02.2024

Bibliografie

1. BUDNYK, Olena. Theoretical Principles of Using Steam-Technologies in the Preparation of the Teacher of the New Ukrainian School. In: *Journal of Vasyl Stefanyk Precarpathian National University*, 2019. doi: 10.15330/JPNU.5.1.23-30.
2. SOROKO, Nataliia, V. Methodology for Teachers' Digital Competence Developing through the Use of the STEAM-oriented Learning Environment, 2020.
3. JEONG-A, Kim., BYEONG-Su, Kim., JIHWON, Lee., JONG-HOON, Kim. A Study of Teaching-Learning Methods for the IT-Based STEAM Education Model With Regards to Developing People of Interdisciplinary Abilities. In: *Journal of fisheries and marine sciences education*, 2011.
4. LU, Cain. *Using Technology To Enhance Student Learning Outcomes*, 1995.
5. MILARA, Iván, Sánchez, PITKÄNEN, Kati, NIVA, Arto, IWATA, Megumi, LARU, Jari, RIEKKI, Jukka. *The STEAM path: building a Community of Practice for local schools around STEAM and Digital Fabrication*. 2019, doi: 10.1145/3335055.3335072.
6. MURPHY, Janet, LEBANS, Robert. Leveraging New Technologies for Professional Learning in Education: Digital Literacies as Culture Shift in Professional Development. In: *E-learning and Digital Media*, 2009, doi: 10.2304/ELEA.2009.6.3.275.
7. KAMARAN, Fathulla. Towards A STEAM Underpinned Industrial Digitalisation Curriculum. In: *The STEAM Journal*, (2018), doi: 10.5642/STEAM.20180302.09.
8. DECOITO, Isha. Addressing Digital Competencies. In: *Curriculum Development, and Instructional Design in Science Teacher Education*. 2018, doi: 10.4018/978-1-5225-2255-3.CH122.
9. KOVATCHEVA, Eugenia, KOLEVA, Milena. *STEAME Model in Action: Challenges and Solutions in Mastering the Digital Culture*, 2021. doi: 10.5772/INTECHOPEN.97239.

СОВРЕМЕННЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ПЕДАГОГА В КОНТЕКСТЕ STEAM

Татьяна ВЕЛИКОВА, doctor, conf.univ

<https://orcid.org/0000-0002-6817-6681>

Universitatea de Stat din Comrat

Rezumat. În articol autorul propune instrumente, care permit elevilor și studenților să dezvolte proiecte STEAM și să le prezinte. Se face analiza acestor instrumente, se justifică modul în care aceste instrumente pot fi utilizate pentru a crea proiecte STEAM în formă de aplicații mobile, jocuri, quest-uri.

Cuvinte cheie: STEAM, instrumente, profesor, App Inventor, Gimkit Creative, Slidesgo, Canva.

Abstract. In the article the author proposes tools that allow pupils and students to develop STEAM projects and present them. The analysis of these tools is made, it is justified how these tools can be used to create STEAM projects in the form of mobile applications, games, quests.

Keywords: STEAM, tools, teacher, App Inventor, Gimkit Creative, Slidesgo, Canva.

Аннотация. В статье автором предложены инструменты, которые позволяют ученикам и студентам разрабатывать STEAM проекты и представлять их. Сделан анализ данных инструментов, обосновано как данные инструменты могут быть использованы для создания STEAM проектов в виде мобильных приложений, игр, квестов.

Ключевые слова: STEAM, инструменты, педагог, App Inventor, Gimkit Creative, Slidesgo, Canva.

Введение

В современном образовании актуальным является рассмотрение инструментов для педагога, которые могут быть использованы в контексте внедрения STEAM. В сети Интернет имеется огромное количество научных публикаций по STEAM технологии, поскольку особый отклик педагогического сообщества по результатам внедрения данной технологии в образовательную практику был получен в последнее десятилетие. Автором настоящей статьи сделан акцент на инструментах, которые обратили на себя внимание в силу своей прикладной направленности, технических характеристик и возможного их использования в полной мере в контексте STEAM образования с учениками и студентами.

Использованные методы и материалы

Для реализации настоящего исследования использовались следующие методы: аналитический, сравнительно-сопоставительный, обобщающий методы исследования, внедрение в образовательный процесс, наблюдение, анализ результатов. Материалом послужили нормативные документы, образовательные программы, куррикулы, международные доклады и отчеты по STEAM

образованию, авторский подход по использованию инструментов в контексте STEAM, личный опыт.

Результаты исследования

По результатам исследования были выделены инструменты, которые могут представлять интерес для учителей информатики доуниверситетского образования, для педагогов вузов и менторов, которые читают на курсах непрерывного образования дидактических кадров – учителям информатики. Ранее автором настоящей статьи в работе [3] были предложены инновационные STEAM-практики обучения учащихся посредством мобильных технологий, тем самым настоящая статья является продолжением направления исследования, связанного с инновационными тенденциями в STEAM образовании.

Один из таких инструментов – это инструмент App Inventor, который «позволяет создавать реальные мобильные приложения и проверять их с помощью смартфонов, что эффективно для повышения самоэффективности и мотивации к обучению. Кроме того, результаты работы с приложением предоставляют обучаемым наглядные примеры программирования и автоматизации. Таким образом, App Inventor обладает преимуществами по сравнению с другими языками программирования на основе блоков» [3, с. 4377]. Будучи инструментом с понятным, простым интерфейсом App Inventor может быть внедрён в программу Информатики гимназического цикла в Республике Молдова. Имеются запросы от IT школ по сотрудничеству со студентами Комратского государственного университета специальностей 0114.2/0114.1 Информатика-математика, 0114.2 Информатика. В числе приложений, упомянутых в требованиях к кандидатам, присутствует App Inventor. Это говорит о том, что студентам в университете желательно изучать данный инструмент для возможности дальнейшего трудоустройства в IT школах на 2-3 курсах. Студенты Комратского государственного университета специальности 0114.2 Информатика, 0114.2/0114.1 Информатика-математика по направлению подготовки 011. Педагогические науки изучают App Inventor в рамках дисциплины «Программирование для мобильных устройств (Android)» знакомятся с интерфейсом App Inventor, выполняют практические задания с методического пособия [5], работают над проектами. Студентам рекомендуется подписаться на канал @TheCodingBus, где имеется плейлист с видеоматериалами на английском языке по App Inventor для начинающих [6]. Тематики разнообразные, среди которых: «Как сделать приложение запуска ракеты в MIT App Inventor», «Как сделать приложение AI Calculator в MIT App Inventor» и др.

Инструмент App Inventor является удачным решением для продвижения STEAM проектов. На курсах непрерывного образования дидактических кадров –

учителей информатики автор настоящей статьи рекомендует использовать данный инструмент для подготовки школьников к участию в конкурсах на региональном и республиканском уровне, ввиду того, что в App Inventor можно создавать мобильные приложения: игры, квесты и многое другое. Имеются библиотеки с образовательным видеоконтентом, что позволяет всем заинтересованным лицам вдохновиться и работать с данным инструментом.

Ещё один инструмент, который рекомендуется к рассмотрению - Gimkit Creative. Ранее сервис Gimkit предлагал учителям разработку викторин, в 2023 году разработчики анонсировали запуск обновленного Gimkit, который позволяет создавать учителю игры для учеников, создавать карты, проектировать собственные игровые режимы, включать в игру учеников, тем самым сотрудничать в разработке игры, проектировать уникальные продукты, дав волю воображению. Создание игр в Gimkit Creative осуществляется без кодирования. Редактор Gimkit Creative похож на PowerPoint/Google Slides. В данном инструменте разработчик игры перетаскивает различные элементы для создания игры. Для лёгкого старта разработчики предлагают пройти короткий интерактивный урок, тем самым в игровом формате осуществляется изучение основ Gimkit Creative. Прохождение данного этапа занимает 10 минут, после чего зарегистрированный пользователь готов к проектированию и разработке собственных карт, миров и игровых режимов.

После усердной работы над проектом немаловажным является его представление, поскольку не всегда ученики и студенты обладают компетенциями представления разработанного продукта. Учитель/преподаватель может направить своих учеников/студентов в выборе инструментов для подготовки презентации.

Для представления STEAM проектов удачным решением будет использование готовых, тематических шаблонов, которые можно скачать на официальном сайте <https://slidesgo.com>. Поиск по сайту с использованием ключевых слов STEAM, STEAM даёт в результате шаблоны презентаций, инфографик, которые можно адаптировать под тематику проекта, чтобы представление проекта STEAM было впечатляющим. Более того, шаблоны можно скачать в формате MS Power Point или сделать копию шаблона на свой Google Disc. Для некоторых шаблонов есть возможность работы с шаблоном в инструменте Canva. Если ученик или студент испытывает затруднения при подготовке презентации, можно прибегнуть к помощи искусственного интеллекта, который был добавлен разработчиками не так давно.

На сайте <https://www.canva.com> имеется большой выбор шаблонов образовательного контента по тематике, связанной со STEAM, поэтому у учащихся и студентов, которые предпочитают работать в Canva, есть возможность сделать выбор в пользу данного решения в режиме онлайн на сайте или через мобильное приложение, установленное на устройство.

Выводы

В статье автор предложил обратить внимание на инструменты для подготовки STEAM проектов, при разработке которых ученики смогут проявить творчество, креативность, индивидуальность. Инструмент App Inventor покажет ученикам, что они могут не просто пользоваться готовыми мобильными приложениями, а погрузиться в разработку собственных, что является не менее интересным занятием.

В свою очередь сервис Gimkit Creative, через элементы геймификации, позволит учащимся отвлечься от игр и переключить своё внимание на их разработку.

Библиография

1. SEUNGKI, Shin, IKSEON, Choi, YOUNGKWON, Bae. Development of STEAM Program using App Inventor -Focusing on the Concept of Speed in Elementary Science. In: *The Journal of the Korea Contents Association*, 15(4), p. 530-544. Education-April 2015 DOI: 10.5392/JKCA.2015.15.04.530.
2. SEONG-WON, Kim, YOUNGJUN, Lee. A study of educational method using App Inventor for elementary computing education. In: *Journal of Theoretical and Applied Information Technology* 30th September 2017. Vol.95. No.18 Ongoing JATIT & LLS, p. 4376-4384. ISSN: 1992-8645.
3. ВЕЛИКОВА, Татьяна. Инновационные STEAM-практики обучения учащихся посредством мобильных технологий. В сб.: *Conferinței științifice internaționale «Abordări inter/transdisciplinare în studierea matematicii (concept STEAM) & Studierea informaticii și tehnologiilor informaționale din perspectiva STEAM»*, Vol. 1, Chișinău, UST, 29-30 octombrie 2021. с. 345-350 (0,35 с.а.). ISBN 978-9975-76-357-8. Доступна: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/345-350_8.pdf.
4. ВЕЛИКОВА, Татьяна. Практическое использование мобильных технологий и создание стимулирующей обучающей среды в рамках проекта «Mobile EDU TechVoyage: путешествие в мир образования через мобильные технологии». В.: *Сборнике материалов IV международного педагогического форума “Адаптация образовательных систем к вызовам современности: стратегии и пути развития”*, 5-6 декабря 2023 г. Комрат, 2024, с. 345-350. ISBN 978-9975-180-32-0. Доступна: https://guogagauzii.md/images/Sbornik_ped-forum.pdf.
5. ВЕЛИКОВА, Татьяна. Дополненная и виртуальная реальность – реалии и перспективы внедрения в образовательных учреждениях Республики Молдова. В: *Сборнике статей III Международной научно-практической Конференции "Научно-образовательное пространство: реалии и перспективы повышения качества образования"*, 30 ноября 2023, Universitatea de Stat din Comrat, Комрат, 2023, с.110-116. ISBN 978-9975-83-293-9.

6. ЛИВЕНЕЦ, М. А., ЯРМАХОВ, Б. Б. *Программирование мобильных приложений в MIT App Inventor*. Академия мобильных приложений Appinvent.ru. [Дата обращения 14.10.2024]. Доступно: http://www.mkpochtoi.ru/AppInventor_rus.pdf
7. MIT App Inventor Full Course for beginners [Дата обращения 14.10.2024]. Доступно: https://youtube.com/playlist?list=PL7sbjUYIdF3Ux_UrRiBaC73OrJLvLza4u&si=BE-M30r2KkAQkq_s.
8. Gimkit Creative [Дата обращения 14.10.2024]. Доступно: <https://blog.gimkit.com/blog/gimkit-creative>.

О ВАЖНОМ ПРИ ИЗУЧЕНИИ РАЗДЕЛА: «ОКРУЖНОСТИ И СИСТЕМ ОКРУЖНОСТИ В ПЛАНИМЕТРИИ»

Татьяна КОЖУХАРОВА, учитель математики высшей квалификации

<https://orcid.org/0009-0000-4553-2594>

МОУ «Бендерский теоретический лицей им. Л. С. Берга», г. Бендеры

Анастасия ФЕДОТОВА, студент 3 курса Физико - технического факультета

<https://orcid.org/0009-0001-2400-8731>

Физико-технический институт ГОУ «ПГУ им. Т.Г. Шевченко», Тирасполь

Rezumat. Articolul prezintă relația meta-obiectivă dintre algebră și geometrie, în special secțiuni precum trigonometria și circumferința, un exemplu de rezolvare a unei probleme matematice. Articolul este util atât pentru profesorii de matematică, cât și pentru studenți.

Cuvinte cheie: științe interdisciplinare, trigonometrie, cerc, geometrie.

Annotation. The article shows the meta-objective relationship between algebra and geometry, especially such sections as trigonometry and circumference, an example of solving a mathematical problem. The article is useful for both math teachers and students.

Keywords: interdisciplinary sciences, trigonometry, circle, geometry.

Аннотация. В статье показаны метапредметная связь алгебры и геометрии, в особенности, таких разделов как тригонометрия и окружность, пример решения математической задачи. Статья полезна, как учителям математики, так и учащимся.

Ключевые слова: междисциплинарные науки, тригонометрия, окружность, геометрия.

Введение

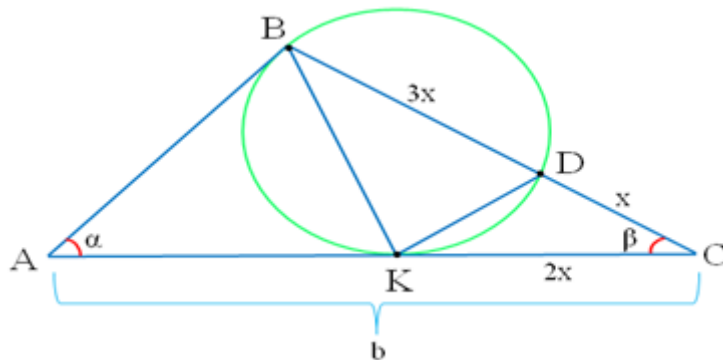
В настоящее время современная математика стала лидером трансдисциплинарного тренда в естественных, инженерных и других науках нашей цифровой эры, которая порождает универсальную методологию, способную решать сложные многофакторные междисциплинарные проблемы природы и общества. Но в последние десятилетия началась постепенная деградация подготовки по математике в школах и вузах, вызвавшая существенное снижение качества профессиональной подготовки учащихся. Хотя находятся «звездочки», которые начинают заботиться о своем будущем со школьной скамьи, а также учителя, стремящиеся дать материал, используя метапредметную связь между науками, например, такие как алгебра и геометрия.

При изучении школьного курса геометрии часто встречается тема «Окружность и системы окружностей в планиметрии». С этой концепцией учащиеся начинают знакомиться с 7 класса. Тогда учитель предлагает своим «звездочкам» глубже исследовать данную тему. При решении геометрических

задач, ребята, в старших классах, используют знания из раздела алгебры, а именно использование тригонометрических формул и умение применять их на практике. В данном смысле у учеников отпадает вопрос надобности тригонометрии, а так же данный материал способствует удачной сдаче ЕГЭ и написанию олимпиад. Учащиеся, развивающие свое мышление, прокладывают себе путь в высшие учебные заведения, где в приоритете физико-математические науки. В данной статье рассматривается применение трансдисциплинарного подхода на примере геометрической задачи.

Задача

В треугольнике ABC известно, что $\angle BAC = \alpha$, $\angle BCA = \beta$, $AC = b$. На стороне BC взята точка D так, что $BD = 3DC$. Через точки B и D проведена окружность, касающаяся стороны AC или ее продолжения за точку A. Найти радиус этой окружности.



Решение:

1) Пусть K – (.) касания AC с окружностью, $CD = x$, тогда $BD = 3x$.

2) Из теоремы о касательной и секущей (Если из точки, лежащей вне окружности, проведены касательная и секущая, то квадрат длины касательной равен произведению секущей на ее внешнюю часть):

$$CK^2 = CD \cdot CB = CD \cdot (BD + DC) = x \cdot (x + 3x) = x \cdot 4x = 4x^2$$

$$CK = \sqrt{4x^2} = 2x$$

3) Применим теорему синусов к $\triangle ABC$:

$$\frac{BC}{\sin \angle BAC} = \frac{AC}{\sin \angle ABC} \Leftrightarrow \frac{4x}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin(\alpha + \beta)} \Leftrightarrow \frac{b \sin \alpha}{4 \sin(\alpha + \beta)}$$

4) Применим теорему косинусов к $\triangle KDC$:

$$KD = \sqrt{CK^2 + CD^2 - 2CK \cdot CD \cdot \cos \angle KCD} = \sqrt{(2x)^2 + x^2 - 2 \cdot 2x \cdot x \cdot \cos \beta} = \\ = \sqrt{5x^2 - 4x^2 \cos \beta} = \sqrt{x^2(5 - 4 \cos \beta)} = x\sqrt{5 - 4 \cos \beta}.$$

5) Применим теорему косинусов к $\triangle BCK$:

$$BK = \sqrt{CK^2 + CB^2 - 2 \cdot CK \cdot CB \cdot \cos \angle BCK} = \sqrt{(2x)^2 + (4x)^2 - 2 \cdot 2x \cdot 4x \cdot \cos \beta} = \\ = \sqrt{20x^2 - 16x^2 \cos \beta} = \sqrt{4x^2(5 - 4 \cos \beta)} = 2x\sqrt{5 - 4 \cos \beta}.$$

6) Вычислим $S_{\triangle BDK}$ по формуле Герона:

$\triangle BDK$:

$$\begin{aligned} & \sqrt{\frac{3x + x\sqrt{5-4\cos\beta} + 2x\sqrt{5-4\cos\beta}}{2} \left(\frac{3x + x\sqrt{5-4\cos\beta} + 2x\sqrt{5-4\cos\beta}}{2} - 3x \right)} = \\ & \left(\frac{3x + x\sqrt{5-4\cos\beta} + 2x\sqrt{5-4\cos\beta}}{2} - x\sqrt{5-4\cos\beta} \right) \left(\frac{3x + x\sqrt{5-4\cos\beta} + 2x\sqrt{5-4\cos\beta}}{2} - 2x \cdot \right. \\ & \left. \sqrt{5-4\cos\beta} \right) = x^2 \cdot \sqrt{\frac{3+3\sqrt{5-4\cos\beta}}{2} \left(\frac{3+3\sqrt{5-4\cos\beta}-6}{2} \right)} \cdot \left(\frac{3+3\sqrt{5-4\cos\beta}-2\sqrt{5-4\cos\beta}}{2} \right) \cdot \\ & \left(\frac{3+3\sqrt{5-4\cos\beta}-4\sqrt{5-4\cos\beta}}{2} \right) = x^2 \sqrt{\left(\frac{3}{2} + \frac{3}{2}\sqrt{5-4\cos\beta} \right) \left(\frac{3}{2}\sqrt{5-4\cos\beta} \right) - \frac{3}{2}} \left(\frac{3}{2} + \right. \\ & \left. \frac{1}{2}\sqrt{5-4\cos\beta} \right) \cdot \left(\frac{3}{2} - \frac{1}{2}\sqrt{5-4\cos\beta} \right) = x^2 \sqrt{\frac{3}{2} \cdot \frac{3}{2} (\sqrt{5-4\cos\beta} + 1)(\sqrt{5-4\cos\beta} - 1)} \cdot \\ & \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} (3 + \sqrt{5-4\cos\beta})(3 - \sqrt{5-4\cos\beta}) \frac{3x^2}{4} \sqrt{(5-4\cos\beta-1)(9-5+4\cos\beta)} = \\ & \frac{3x^2}{4} \sqrt{(4-4\cos\beta)(4+4\cos\beta)} = \frac{3x^2}{4} \sqrt{4 \cdot 4(1-\cos\beta)(1+\cos\beta)} = 3x^2 \sqrt{1-\cos^2\beta} \\ & = 3x^2 \sqrt{\sin^2\beta} = 3x^2 \sin\beta. \end{aligned}$$

7) Радиус окружности, описанной около треугольника, равен отношению произведения сторон треугольника к его учетверенной площади:

$$\begin{aligned} R_{\triangle BDK} &= \frac{BD \cdot DK \cdot BK}{4S_{\triangle BDK}} \\ R_{\triangle BDK} &= \frac{3x \cdot x\sqrt{5-4\cos\beta} \cdot 2x\sqrt{5-4\cos\beta}}{4 \cdot 3x^2 \sin\beta} = \frac{6x^3(5-4\cos\beta)}{12x^2 \sin\beta} = \frac{x(5-4\cos\beta)}{2 \sin\beta} \\ &= \frac{\frac{b \sin\alpha}{4\sin(\alpha+\beta)} \cdot (5-4\cos\beta)}{2 \sin\beta} = \frac{b \sin\alpha (5-4\cos\beta)}{4\sin(\alpha+\beta) \cdot 2 \sin\beta} = \frac{4b\sin\alpha \left(\frac{5}{4} - \cos\beta\right)}{4\sin(\alpha+\beta) \cdot 2 \sin\beta} = \frac{b\sin\alpha \left(\frac{5}{4} - \cos\beta\right)}{2 \sin\beta \cdot \sin(\alpha+\beta)}. \end{aligned}$$

ОТВЕТ: $\frac{b\sin\alpha \left(\frac{5}{4} - \cos\beta\right)}{2 \sin\beta \cdot \sin(\alpha+\beta)}$.

Выводы и рекомендации

Таким образом, можно заметить теснейшую связь двух предметов. В задаче показано взаимодействие различных предметов и тем всякого рода сложностей. Выбранный нами подход улучшает творческие способности учащихся и повышает интерес к предмету.

Литература

1. ГРУДЕНОВ, Я.И. *Изучение определений, аксиом, теорем: пособие для учителей*. Москва: Просвещение, 1981. 95 с.
2. КИСЕЛЕВ, А.П., РЫБКИН, Н.А. *Геометрия. Планиметрия. 7 – 9 классы*, Москва: Дрофа, 1995. 328с.
3. ШАРЫГИН, И.В. *Задачи по геометрии. Планиметрия*, 1981. 60с.

ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ ДИДАКТИЧЕСКОГО ПРОЕКТА ПО ТЕМЕ «РЕШЕНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ МЕТОДОМ ДИХОТОМИИ»

Елена РУСНАК, профессор математики и информатики

<https://orcid.org/0000-0002-4818-5281>

Теоретический лицей им. "Алеку Руссо", мун. Кишинэу

Rezumat. In articolul respectiv este propusa o metoda de elaborare a unui proiect didactic la studierea temei „Rezolvarea ecuațiilor neliniare prin intermediul metodei dihotomiei”. Sunt examinate unele exemple concrete de rezolvare a ecuațiilor neliniare prin metoda respectivă.

Cuvinte cheie: proiect didactic, informatica, metodă de rezolvare, ecuație neliniară, algoritm, cod de program.

Краткое содержание. В данной статье предлагается методика разработки дидактического проекта по изучению темы «Решение нелинейных уравнений методом дихотомии». Рассмотрены некоторые конкретные примеры решения нелинейных уравнений соответствующим методом.

Ключевые слова: дидактический проект, информатика, метод решения, нелинейное уравнение, алгоритм, программный код.

Abstract. In that article, a method for developing a didactic project is proposed for the study of the topic "Solving nonlinear equations by means of the dichotomy method". Some concrete examples of solving non-linear equations by the respective method are examined.

Keywords: didactic project, informatics, solving method, nonlinear equation, algorithm, program code.

1. Введение

Одной из главных задач в обучении является развитие творческих и исследовательских способностей учащихся. При этом они должны научиться четко формулировать задачу, решать ее и оценивать полученный результат.

Использование новых информационных технологий позволяет решать некоторые задачи нетрадиционными способами, а также решать прикладные задачи, которые ранее не могли рассматриваться в силу сложности математического аппарата. Так, в школьном курсе математики учащиеся рассматривают уравнения, которые имеют точные решения. Однако в реальной практике решение большинства уравнений не может быть записано в явном виде. Их решение находится только приближенными методами. В данной статье мы рассмотрим методические подходы к изучению одного из наиболее распространенных приближенных методов решения нелинейных уравнений — метода **половинного деления** известен также как **метод бисекции**.

В данном методе интервал делится ровно пополам. Такой подход обеспечивает гарантированную сходимость метода независимо от сложности функции - и это весьма важное свойство. Недостатком метода является то же самое

- метод никогда не сойдется быстрее, т.е. сходимость метода всегда равна сходимости в наихудшем случае [1-5].

Описание метода

Считаем, что отделение корней произведено и на интервале $[a,b]$ расположен один корень, который необходимо уточнить с погрешностью ε . Итак, имеем $f(a)f(b) < 0$. Метод дихотомии заключается в следующем. Определяем половину отрезка $c = \frac{1}{2}(a+b)$ и вычисляем $f(c)$. Проверяем следующие условия:

1. Если $|f(c)| < \varepsilon$, то c – корень. Здесь ε - заданная точность.
2. Если $f(c)f(a) < 0$, то корень лежит в интервале $[a,c]$.
3. Если $f(c)f(b) < 0$, то корень лежит на отрезке $[c,b]$.

Продолжая процесс половинного деления в выбранных подынтервалах, можно прийти до сколь угодно малого отрезка, содержащего корень ξ .

2. Процесс разработки дидактического проекта

При разработки дидактического проекта будем учитывать следующие **важные аспекты:**

- Продолжительность урока: 45 минут.
- Тип урока: Урок практического формирования способностей анализировать-синтезировать знания.
- Единицы компетенций:
 - ✚ Идентификация точных значений и их приближений.
 - ✚ Определение абсолютной и относительной погрешности.
 - ✚ Оценка вычислительных погрешностей, вызванных ошибками входных данных.
 - ✚ Оценка вычислительных погрешностей, вызванных особенностями представления чисел в памяти.

Цели:

Ц1-Закрепить понятие подпрограммы; выбор формы подпрограммы;- правильно выбирать и классифицировать методы решения задачи;

Ц2- Правильно использовать типы данных локальных и глобальных. А так же результатов выводимых на экран при выполнении программы, опираясь на свойства чисел при выполнении действий и математических функций;

Ц3-Тестировать ход выполнения программы и определять выводимый результат, аргументируя со своей ответ.

Ц4-Составлять алгоритм выполнения программы, решаемой с подпрограммой и выполнять правильно вызов подпрограмм при написании решения задачи.

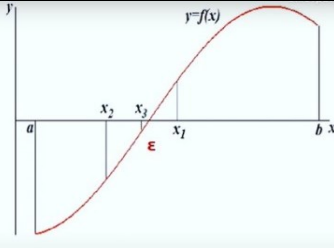
Ц5- Проявлять интерес и настойчивость при выполнении предложенных заданий.

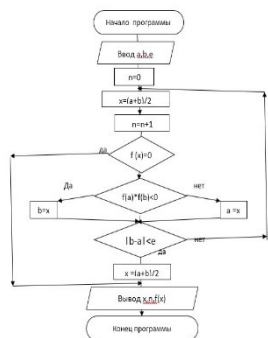
- Формы организации: фронтальная, индивидуальная, групповая;
- Дидактические методы, процедуры и техники: беседа, изложение, анализ, проблематизация.
- Дидактические средства: учебник по информатике, проектор, экран; рабочий оценочный лист, таблицы; компьютеры.

Таким образом, этапы урока включены в таблицу ниже.

Этапы урока	Единицы компетенций	Ц	Ход урока		t	Оценивание
			Деятельность учителя	Деятельность учащихся		
Мотивация			Приветствует учащихся. Организует рабочие группы. Объявляет форму и цели урока. Сообщает ход построения урока.	Организуют рабочее место. Записывают тему урока в тетрадях.	2'	Определяет готовность к уроку.
Анализ содержания учебного материала.	ЕК-1,1	Ц ₁ Ц ₂	Тема урока: Метод половинного деления. Определяет цели урока. <i>Изучив эту тему, вы сможете:</i> -описать алгоритм метода; -применять алгоритм половинного деления для решения алгебраических и трансцендентных уравнений; - составлять программы используя метод половинного деления для решения уравнения вида $f(x)=0$. А знаете ли ВЫ что? Численные методы-это увлекательная и чрезвычайно важное направление современной науки математики, связанное с вычислениями на компьютере и решении сложных задач высшей алгебры. Арифметика изучает преобразование чисел, геометрия-преобразование пространственных фигур. Но как соединить числа и	Отмечают для себя облако «тегов» устно реагируют и отвечают на поставленные вопросы. Ученица объясняет значение термина дихотомия.(заранее в виде индивидуального домашнего задания) <i>Термин «дихотомия» в лингвистике является наиболее широким и используется для обозначения факта разделения чего-либо целого на две взаимосвязанные части, одна из которых определяется как отрицание другой. Близким термину «дихотомия» оказывается «бинарная оппозиция» — понятие, не только осмысляемое как членение единого на две одновременно со- и противопоставленные части, но и указывающее на конфронтацию этих частей.</i> Работа в тетрадях: Формулирую теорему	7'	Умение осуществлять самоконтроль, формулировать правильно о спец терминологию. Сопоставлять с правильным образцом.

		<p>формулы с реальным миром? Как по средствам формул перейти к окружающему нас миру? На этот вопрос постараются ответить ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ, математика, соединенная с силой компьютера, позволит зайти вглубь реального мира, смоделировав сложные процессы в физике, технике и биологии. Отдает ученикам рабочий лист стр.1. для дальнейшего обсуждения.</p> <p>Предлагает ученикам познакомиться с облаком «тегов», которые необходимо дополнить по окончании урока: Сегодня я узнал..... Было трудно..... Я понял, что..... Я научился.... Я смог..... Было интересно узнать, что... Меня удивило.... Мне захотелось</p> <p><u>Вопросы урока:</u> Какие виды подпрограмм помогут при решении задачи при написании программ на языке ПАСКАЛЬ? В чем разница между процедурами и функциями?</p>	<p>математического анализа в тетрадах. СОЗДАЮТ математическую модель задачи. ПРИМЕНЯЮТ рабочий лист стр.1. Отмечают правильное применение типов данных в конкретном задании 2.(рабочий лист). Оценивают достоинства и недостатки метода.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Достоинства</th> <th>Недостатки</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Наиболее простой метод решения уравнения вида $f(x)=0$</td> <td>Невысокая точность</td> </tr> <tr> <td>Надежный для определения корня уравнения, даже когда о поведении функции мало информации</td> <td>Медленная сходимость</td> </tr> <tr> <td>Легко программируется.</td> <td>Нет применения для корней чётной кратности.</td> </tr> </tbody> </table>	Достоинства	Недостатки	Наиболее простой метод решения уравнения вида $f(x)=0$	Невысокая точность	Надежный для определения корня уравнения, даже когда о поведении функции мало информации	Медленная сходимость	Легко программируется.	Нет применения для корней чётной кратности.		
Достоинства	Недостатки												
Наиболее простой метод решения уравнения вида $f(x)=0$	Невысокая точность												
Надежный для определения корня уравнения, даже когда о поведении функции мало информации	Медленная сходимость												
Легко программируется.	Нет применения для корней чётной кратности.												
Выделен не главного	ЕК- 1,1 ЕК- 1,2	Ц ₁ Ц ₂ Ц ₃	<p>Обрабатывают информацию, делая заметки на рабочих листах. ВАЖНО! Этапы решения уравнения численными методами. Отделение интервалов Максимальное уменьшение каждого из изолированных интервалов. Проверяют исполнение устно или на компьютерах.</p>	8'	Способность сформулировать и разработать устные задания.								

		<p>решением уравнения $f(x)=0$ на данном отрезке. Метод деления отрезка пополам .Информатика. Метод бисекции, иногда также называемый методом дихотомии или методом деления интервала пополам, является самым простым из методов решения алгебраических и трансцендентных уравнений. Пусть задана функция $f(x)$, непрерывная на отрезке $[a,b]$, и $f(a) \times f(b) < 0$. Свойства функции обеспечивают существование хотя бы одного решения на этом отрезке. Требуется определить на отрезке $[a,b]$ решение уравнения $f(x)=0$. Метод бисекции предполагает:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Определение средней точки $c=(a+b)/2$, а затем вычисление значения функции в этой точке $f(c)$. 2.Если $f(c)=0$, то c является точным решением уравнения. В противном случае решение ищется на одном из отрезков $[a,c]$ и $[b,c]$. Он будет принадлежать отрезку, для которого знак функции в конечностях различен. 	 <p>3. Если $f(a) \times f(c) > 0$, то решение далее рассматривается на отрезке $[a_1, b_1]$, где $a_1 = c$, а $b_1 = b$. В противном случае, $a_1 = a$, а $b_1 = c$.</p> <p>4. Процесс деления повторяется на отрезке $[a_1, b_1]$, повторяясь до тех пор, пока не будет получено точное решение или (в абсолютном большинстве случаев.) отклонение расчетного решения c_i от точного не станет достаточно малым.</p> <p>Аргументируйте ваш ответ.</p>		
Обобщение и систематизация	ЕК-1,1 ЕК-1,2 ЕК-1,3	Ц1 Ц2 Ц3 Ц4 <p>Определяет условие следующей задачи. Напоминает и разрабатывает математическую модель и формулу для вычисления корня трансцендентного уравнения. Блок схема решения задачи:</p>	<p>Выбирают программу для обобщения понятия функция. Определяют роли переменных, экспериментируют в составлении программы из разрезанных строк. Анализируют фрагмент и выполните следующие задания в тетрадях. Вписывают название переменных в подпрограмме: __ a,b,c,i,n __ глобальные переменные __ x,f __ Локальные переменные</p>	20'	Умение дать оценку работам, своевременно устранить ошибки при отлаживании программы.



Рассмотрим пошаговое решение задачи:

Метод

половинного деления.

Исходя из математического описания метода половинного деления, можем выделить два разных случая остановки процесса вычислений решения уравнения $f(x) = 0$:

A1. Алгоритм вычисления решения для заданного числа последовательных делений пополам:

Итерация 0.

Инициализация: $i \leftarrow 0$.

Итерация 1. Нахождение середины отрезка .

Итерация 2. Уменьшение отрезка, содержащего

решение: если $f(c) = 0$, то найдено решение $x = c$. **КОНЕЦ.**

В противном случае, если $f(a) \times f(c) > 0$, то $a \leftarrow c$; $b \leftarrow b$, иначе $a \leftarrow a$; $b \leftarrow c$.

Итерация 3. $i \leftarrow i + 1$. Если $i = n$, то вычисленное решение равно . **КОНЕЦ.**

В противном случае возвращаемся к *Итерации 1.*

Задание №1. Пусть дана функция $f(x) = x^3 - 4x + 5$. Применим метод деления отрезка пополам и найдем решение уравнения $f(x) = 0$ на интервале $[-3; -2]$ для 10 делений.

x **параметры-значения**
f **Формальные параметры**
Funcția f(x)_фактические переменные.
Записывают необходимую информацию.

A2. Алгоритм вычисления с заданной точностью ϵ :

Итерация 1. Определение середины отрезка .

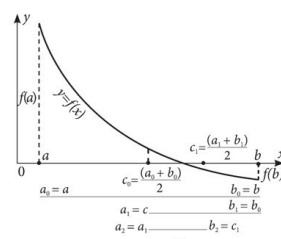
Итерация 2. Если $f(c) = 0$, то найдено решение $x = c$. **КОНЕЦ.**

В противном случае, если $f(a) \times f(c) > 0$, то $a \leftarrow c$; $b \leftarrow b$, иначе $a \leftarrow a$; $b \leftarrow c$.

Итерация 3. Если $|b - a| < \epsilon$, то вычислено решение **КОНЕЦ.**

В противном случае возвращаемся к *итерации 1.*

Переходят к выполнению решения заданий:



Задание №2.

Пусть дана функция $f(x) = x^4 + 2x^3 - x - 1$.

Применяя метод половинного деления отрезка решим уравнение вида $f(x) = 0$ на интервале $[0; 1]$, с точностью $\epsilon = 0,0001$. *Решение:*

$$f(0) = 0^4 + 2 \cdot 0^3 - 0 - 1 = -1 < 0; \quad f(1) = 1^4 + 2 \cdot 1^3 - 1 - 1 = 1 > 0$$

Это означает, что на интервале $[0; 1]$ есть хотя бы одно решение.

Умение дать оценку работам, своевременно устранить ошибки при отлаживании программы.

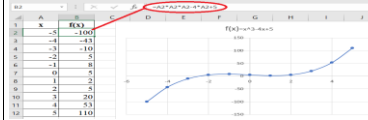
Решение:

$$f(-3) = (-3)^3 - 4 \cdot (-3) + 5 = -10 < 0;$$

$$f(-2) = (-2)^3 - 4 \cdot (-2) + 5 = 5 > 0$$

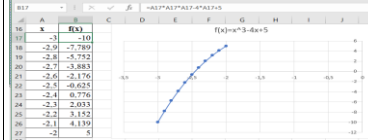
Это означает, что на интервале $[-3; -2]$ есть хотя бы одно решение.

Построим график функции: В электронных таблицах (EXCEL)



Уравнение функции $f(x) = x^3 - 4x + 5$ имеет решение

ДИХОТОМИИ.



Задание №2.

Пусть дана функция

$$f(x) = x^4 + 2x^3 - x - 1.$$

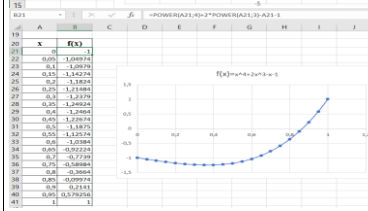
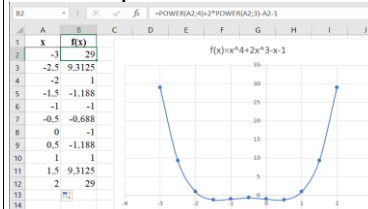
Применяя метод половинного деления отрезка решим уравнение вида $f(x) = 0$ на интервале $[0; 1]$, с точностью $\varepsilon = 0,0001$. Решение:

$$f(0) = 0^4 + 2 \cdot 0^3 - 0 - 1 = -1 < 0; f(1) = 1^4 + 2 \cdot 1^3 - 1 - 1 = 1 > 0$$

Это означает, что на интервале $[0; 1]$ есть хотя бы одно решение.

Построим график функции в электронных таблицах

Excel: Уравнение функции $f(x) = x^4 + 2x^3 - x - 1$ имеет 2 решения.

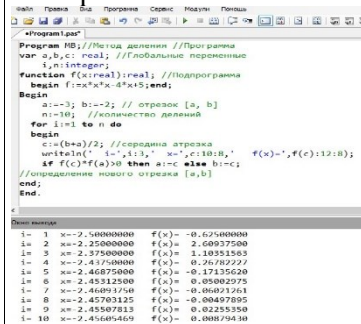


Выполняют задание на компьютерах.

```
Program MB; //Метод деления //Программа
var a,b,c: real;
//Глобальные переменные
i,n:integer;
function f(x:real):real;
//Подпрограмма
begin f:=x*x*x-4*x+5;end;
Begin
a:=-3; b:=-2; // отрезок [a, b]
n:=10; //количество делений
for i:=1 to n do
begin
c:=(b+a)/2;
//середина отрезка
writeln(' i=',i:3,' x=',c:10:8,' f(x)=',f(c):12:8);
if f(c)*f(a)>0 then
a:=c else b:=c;
//определение нового отрезка [a,b]
end;
End.
```

Записывают данные выхода на рабочий лист.

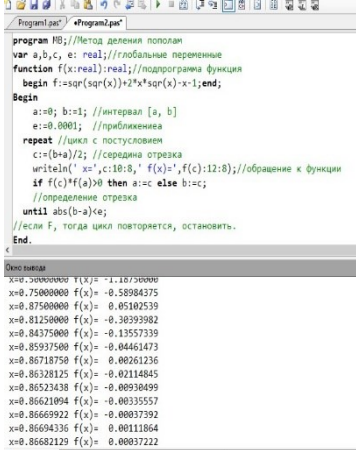
На экране



Ответ: $x = -2,45605$

Выполняют задание на компьютерах.

```
program MB; //Метод деления пополам
var a,b,c, e: real;
//глобальные переменные
function f(x:real):real;
//подпрограмма функция
begin
f:=sqr(sqr(x))+2*x*sqr(x)-x-1;end;
Begin a:=0; b:=1;
//интервал [a, b]
e:=0.0001;
//приближение
repeat //цикл с постусловием
c:=(b+a)/2;
//середина отрезка
writeln(' x=',c:10:8,' f(x)=',f(c):12:8);
until abs(f(c))<e;
//обращение к функции
```

		<p>Даны следующие описания:</p> <pre> 7 8 9 #include <iostream> 10 #include <cmath> 11 using namespace std; 12 const double epsilon=1e-2; 13 double f(double x) 14 {return 4-exp(x)-2*x; 15 } 16 17 int main() 18 { 19 double a,b,c; 20 a=0;b=2; 21 while (b-a>epsilon) { 22 c=(a+b)/2; 23 if (f(b)*f(c)<0) 24 a=c; 25 else 26 b=c; 27 } 28 cout<<(a+b)/2<<endl;; </pre>	<pre> if f(c)*f(a)>0 then a:=c else b:=c; //определение отрезка until abs(b-a)<e; //если F, тогда цикл повторяется, остановить. End. Представление экрана: </pre>  <p>Ответ: $x = 0,8668$ Решение задачи на языке <code>c++</code>. <u>Задание №3.</u> Пусть дана функция $f(x) = 4 - e^x - 2x$. Применяя метод половинного деления отрезка решим уравнение вида $f(x) = 0$ на интервале $[0; 2]$, с точностью $\varepsilon = 0,001$. Ответ: $x=0,839844$.</p>		
<p>Установление внутри-предметных и межпредметных связей</p>	<p>ЕК-1,2 ЕК-1,3</p>	<p>Цз Ц4</p> <p>Обсуждает решение задачи Задаёт ученикам задание определить все подпрограммы, последовательность выполнения. Задаёт ученикам задание отметить все вложения программы. Что пивиться на экране при выполнении заданной программы?</p>	<p>Сверяют свои результаты и подводят итоги выполненной работы на листах. Практически проверяют правильность ответов полученных в <u>задании №1</u> и в <u>задании №2</u>. Сдают работы учителю для проверки правильности записи решения.</p>	<p>4'</p>	<p>Умение поводить письменное оценивание.</p>
<p>Рефлексия и итоги урока</p>		<p>Предлагает сформулировать выводы, выразить свои эмоции, накопленные в процессе проведения урока, сообщая:</p>	<p><i>Ученики устно дополняют облако «тегов»:</i> Сегодня я узнал..... Было трудно..... Я понял, что..... Я научился.... Я смог..... Было интересно узнать, что... Меня удивило....</p>	<p>3'</p>	<p>Умение анализировать выполненную работу.</p>

				<i>Мне захотелось</i>		
Домашнее задание	ЕК-1,3	Ц4	<p>Корректирует заполнение «тегов».</p> <p><i>Д/З стр. 25-26 учить. Стр. 27 упр2, упр. 3 а,б,3)</i></p> <p>Определите методом половинного деления решения уравнений: $x^3 + 3x^2 - 3 = 0$ на $[-3, -2]$;</p> <p>а) для 10, 20, 40 делений начального отрезка;</p> <p>б) с точностью $\varepsilon = 0,001$; 0,0001; 0,00001;</p> <p>Выставляет оценки.</p> <p>А) Количественные итоги:</p> <p>1) <i>какие понятия мы повторили сегодня на уроке?</i></p> <p>2) <i>Какие типы подпрограмм мы применили?</i></p> <p>3) <i>В каких случаях удобно применять процедуру?</i></p> <p>Спасибо за урок! До свидание!</p>	<p>Записывают домашнее задание. Д/З</p> <p><i>Д/З стр. 25-26 учить. Стр. 27 упр2, упр. 3 а,б,3)</i></p> <p>Определите методом половинного деления решения уравнений: $x^3 + 3x^2 - 3 = 0$ на $[-3, -2]$;</p> <p>а) для 10, 20, 40 делений начального отрезка;</p> <p>б) с точностью $\varepsilon = 0,001$; 0,0001; 0,00001;</p> <p>Рабочий лист стр. 2.</p> <p>Б) Качественные итоги:</p> <p><i>Отмечаем, кто и какие отметки получил, акцентируя успех каждого из нас.</i></p> <p><i>Оцениваем в целом работу класса на уроке.</i></p> <p><i>Уточняем(формулируя их), какие цели были достигнуты и какие нет и почему.</i></p>	1'	Умение осознано воспринимать домашнее задание.

Библиография

1. Национальный Куррикулум. Дисциплина информатика. X-XII классы. Утвержден национальным Советом по Куррикулуму (протокол №22 от 05 июля 2019 г.).
2. Методический гид к Куррикулуму по Информатике, 2019.
3. ГРЕМАЛЬСКИ А., МОКАНУ Ю., СПИРЕЙ И. *Информатика* для XI класса. Chisinau: Știința, 2014.
4. БРАЙКОВ, А. *Turbo Pascal. Сборник задач. Информатика*. Chisinau: Prut Internațional, 2007.
5. ГРЕМАЛЬСКИ А., МОКАНУ Ю., СПИРЕЙ И. *Информатика* для XII класса, Chisinau: Știința, 2016.

МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА (ГЕНЕРАТИВНЫЕ МОДЕЛИ)

Татьяна ШЕСТАКОВА, к.н., доцент

<https://orcid.org/0000-0002-9659-2156>

Анастасия ШЕЛЕСТЯН, Никита НАРТЯ

Технический университет Молдовы, Государственный университет Молдовы

Abstract. Artificial intelligence (AI) and machine learning (ML) play a key role in solving many problems in modern science and technology. AI training methods can be divided into several types: supervised, unsupervised, reinforcement, and hybrid methods. Each of them uses different approaches to data processing and problem solving.

Keywords: Artificial intelligence, Linear regression, Bayesian classifiers, Neural networks, Generative adversarial networks.

Краткое содержание. Искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение (МО) играют ключевую роль в решении множества задач современной науки и технологий. Методы обучения ИИ можно разделить на несколько типов: обучение с учителем, без учителя, с подкреплением, а также гибридные методы. Каждый из них использует различные подходы к обработке данных и решению задач.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, Линейная регрессия, Байесовские классификаторы, Нейронные сети, Генеративные состязательные сети.

Введение

Одной из наиболее интересных областей ИИ являются генеративные модели, которые способны создавать новые данные, такие как тексты, изображения и звуки, на основе ранее изученных шаблонов. Примером таких моделей является GPT (Generative Pre-trained Transformer), которая строится на архитектуре трансформеров и использует механизм внимания для обработки сложных последовательностей данных. GPT проходит через два ключевых этапа обучения: предварительное обучение на огромных наборах данных и тонкую настройку для конкретных задач. Этот подход позволяет GPT моделировать и генерировать естественный текст с поразительной точностью. В этой работе рассматриваются основные типы методов машинного обучения, детально описаны генеративные модели, такие как GPT, их архитектура, этапы обучения и принципы работы [1].

Методы обучения искусственного интеллекта (ИИ)

Искусственный интеллект (ИИ) — это технология, которая учится решать задачи, анализируя данные. Чтобы ИИ был эффективен, его нужно обучить.

Существует несколько методов обучения, которые помогают моделям ИИ учиться. Рассмотрим основные из них[3].

1. Обучение с учителем

В обучении с учителем модель обучается на основе размеченных данных. Это значит, что у нас есть набор данных, где каждому входу (например, изображению, тексту или числам) уже известен правильный результат. Модель анализирует эти примеры и учится предсказывать правильные ответы для новых данных.

Пример: Представьте, что мы хотим научить ИИ распознавать фрукты на изображениях. Мы даём модели множество фотографий, где каждое изображение помечено: это яблоко, это банан, это апельсин. На основе этих примеров ИИ учится различать фрукты на новых, ещё не виденных изображениях.

Основные алгоритмы:

- **Линейная регрессия:** используется для предсказания числовых значений (например, предсказание цен на недвижимость).
- **Деревья решений:** помогают разделять данные на несколько категорий (например, решение о выдаче кредита).
- **Байесовские классификаторы:** основываются на вероятности и помогают делать классификацию (например, для фильтрации спама в почте).
- **Нейронные сети:** это более сложные модели, способные решать задачи, такие как распознавание изображений и речи.

2. Обучение без учителя

В отличие от обучения с учителем, в этом методе модели предоставляются данные без правильных ответов. Задача ИИ — самостоятельно найти в этих данных закономерности или скрытые структуры. Такой метод часто используется, когда размеченные данные недоступны или их слишком много для ручной разметки.

Пример: Представьте, что у нас есть множество изображений фруктов, но они не подписаны. ИИ может автоматически сгруппировать похожие изображения вместе. Например, он может выделить группу фотографий, на которых изображены круглые фрукты (яблоки и апельсины) и отдельно — длинные (бананы).

Основные алгоритмы:

- **K-средних (K-means):** разделяет данные на группы по схожим признакам (например, группировка клиентов по интересам).
- **Метод главных компонент (PCA):** уменьшает количество характеристик данных, сохраняя основную информацию (например, сжатие изображений).
- **Иерархическая кластеризация:** строит дерево взаимосвязей между объектами, что помогает понять, как данные связаны между собой.

3. Обучение с подкреплением

В обучении с подкреплением модель (агент) учится через взаимодействие с окружающей средой. Она совершает действия и получает за них награды или наказания. Цель модели — найти стратегию, которая максимизирует награды.

Пример: Представьте, что вы учите своего питомца выполнять команды. Каждый раз, когда он выполняет команду правильно, вы даёте ему лакомство. Если питомец делает что-то не так, он не получает вознаграждения. Постепенно животное понимает, какие действия приводят к поощрению. Так же и ИИ: он пробует разные действия и учится на собственных ошибках и успехах.

Основные алгоритмы:

- **Q-learning:** агент учится максимизировать вознаграждения на каждом этапе взаимодействия с окружающей средой.
- **Метод градиента политики (Policy Gradient):** используется для оптимизации действий агента в сложных сценариях.
- **Deep Q-Network (DQN):** комбинация методов обучения с подкреплением и глубоких нейронных сетей, которая помогает решать сложные задачи, такие как игры или управление роботами.

4. Гибридные методы

Гибридные методы комбинируют элементы обучения с учителем и без учителя, а также используют новые подходы для улучшения эффективности обучения.

- **Полу-контролируемое обучение:** здесь используется небольшое количество размеченных данных и большое количество неразмеченных. Это полезно, когда размеченные данные сложно или дорого получить. Модель учится на размеченных данных и затем применяет полученные знания к остальной части данных.

Пример: У вас есть несколько подписанных фотографий фруктов (например, 100 фотографий с подписями «яблоко», «банан» и «апельсин»), а также множество неразмеченных изображений. Модель учится на размеченных фотографиях, а затем применяет знания для распознавания фруктов на остальных изображениях.

- **Обучение с переносом (Transfer Learning):** в этом методе модель, обученная для решения одной задачи, адаптируется для решения новой задачи. Это полезно, когда задачи схожи, и можно использовать уже полученные знания.

Пример: Если модель была обучена распознавать собак, её можно адаптировать для распознавания кошек, поскольку эти животные имеют схожие черты.

5. Генеративные модели

Генеративные модели учатся на данных и могут создавать новые данные, похожие на те, на которых они были обучены. Это особенно полезно для создания изображений, музыки, текста и других данных.

Пример: Представьте, что модель обучена на тысячах фотографий людей. После обучения она может создавать новые изображения лиц, которые выглядят как настоящие, но на самом деле не существуют.

Основные модели:

- **Генеративные состязательные сети (GANs):** состоят из двух моделей: генератор создаёт данные, а дискриминатор оценивает их на подлинность. Они учатся соревноваться, что приводит к созданию очень реалистичных данных (например, фальшивых фотографий).
- **Вариационные автокодировщики (VAE):** учат модель кодировать данные в более простую форму, а затем восстанавливать их обратно. Это полезно для создания и сжатия данных.

GPT (Generative Pre-trained Transformer): генерирует текст.

BERT (в модифицированном виде): используется для задач, требующих генерации, например, в DialoGPT (чат-боты).

T5 (Text-to-Text Transfer Transformer): решает генеративные задачи, превращая все задачи обработки текста в текст-генерацию.

GPT: Генеративная модель для работы с текстом

GPT, или **Generative Pre-trained Transformer**, — это один из самых известных примеров генеративной модели, созданной для работы с текстом. Основное предназначение GPT — генерировать осмысленные и связные тексты на основе введённых данных. Это может быть текстовое продолжение, ответы на вопросы, написание статей и даже создание кода. Модель GPT, разработанная компанией OpenAI, активно используется для различных задач, связанных с обработкой естественного языка.

Модель GPT основана на архитектуре трансформеров, которая была предложена в работе «Attention is All You Need» (2017). Трансформеры изменили подход к обработке последовательностей данных, таких как текст, за счёт использования механизма внимания (self-attention), который позволяет модели учитывать не только текущие слова, но и весь контекст текста[2].

Архитектура трансформера

Трансформеры состоят из двух частей:

1. **Энкодер** — анализирует входные данные.
2. **Декодер** — генерирует выходные данные.

Однако GPT использует только декодерную часть трансформера для генерации текста. Основной механизм, который делает GPT мощным, — это механизм внимания (attention). Благодаря ему, модель способна «фокусироваться» на

ключевых словах и учитывать весь контекст, что позволяет ей лучше предсказывать следующее слово.

Механизм внимания (Self-Attention)

Основная задача механизма внимания — понимать, какие слова наиболее важны в предложении для предсказания следующего слова. Например, при анализе фразы «собака бежала к своему хозяину» важно учитывать слово «собака», чтобы правильно предсказать следующее действие, которое может выполнить субъект. Механизм self-attention помогает модели GPT распределять «внимание» на важные части текста, что делает её способной понимать сложные языковые зависимости.

Позиционные кодировки (Positional Encodings)

В отличие от рекуррентных нейронных сетей (RNN), которые обрабатывают данные последовательно, трансформеры работают параллельно с целым текстом. Это позволяет им быстрее обрабатывать данные, но возникает проблема — модель должна понимать порядок слов. Для решения этой задачи в GPT используются позиционные кодировки, которые добавляют информацию о положении каждого слова в предложении. Это помогает модели различать, например, кто выполняет действие в предложении.

Этапы обучения GPT

GPT проходит два основных этапа обучения: **предварительное обучение (pre-training)** и **тонкая настройка (fine-tuning)**.

Предварительное обучение (Pre-training)

На этом этапе модель обучается предсказывать следующее слово на основе контекста, используя огромные объёмы текстовых данных. Модель обучается на миллиардах предложений, которые взяты из интернета: статей, книг, научных работ, форумов и других источников. Алгоритм обучается предсказывать следующее слово, используя принцип вероятности: какое слово наиболее вероятно появится следующим в данной последовательности слов?

Пример процесса обучения:

1. Модель получает часть предложения: «Зимой дети любят кататься на...».
2. Модель должна предсказать, что следующее слово, скорее всего, будет «санках».

На этом этапе используются техники **self-supervised learning**, где модель сама генерирует примеры для обучения, предсказывая следующее слово на основе предыдущих. Важно, что модель не получает никаких «меток» с правильными ответами — она учится просто на исходных текстах.

Тонкая настройка (Fine-tuning)

После предварительного обучения модель может быть дообучена для выполнения конкретных задач. Например, можно обучить GPT генерировать

технические статьи, если предоставить ей набор технических текстов. Или можно дообучить модель для решения задач диалогового взаимодействия. Этап тонкой настройки выполняется на меньших наборах данных, которые более специфичны. Например, если модель нужно адаптировать для написания юридических текстов, ей предоставляют наборы данных, состоящие из юридических документов, и модель дообучается на них. Такой подход позволяет GPT настраиваться для узкоспециализированных задач, оставаясь при этом мощным генератором текстов.

Обучение GPT: алгоритмы и оптимизация

Обратное распространение ошибки (Backpropagation)

Основным алгоритмом, который используется для обучения GPT, является **обратное распространение ошибки**. Когда модель предсказывает следующее слово, она сравнивает свой результат с реальным ответом и вычисляет разницу между ними (ошибку). Затем эта ошибка используется для корректировки весов нейронной сети, чтобы модель могла в следующий раз сделать более точное предсказание.

Оптимизация весов: алгоритм Adam

Для обновления весов в модели GPT используется оптимизационный алгоритм **Adam**. Этот алгоритм является одной из разновидностей градиентного спуска, который позволяет быстро и эффективно находить оптимальные параметры для модели. Adam адаптирует скорость обучения для каждого параметра, что делает процесс обучения более стабильным и быстрым.

Использование больших данных и мощных вычислений

Модели, такие как GPT, требуют огромных объёмов данных и вычислительных ресурсов для обучения. Обучение GPT-3, например, заняло несколько недель на мощных облачных кластерах с тысячами GPU. Это связано с тем, что модель должна обработать миллиарды текстов, чтобы «научиться» генерировать осмысленные ответы.

GPT и большие языковые модели (Large Language Models)

GPT относится к классу больших языковых моделей (Large Language Models, LLMs). Эти модели обучаются на огромных наборах данных и содержат миллиарды параметров, что позволяет им успешно выполнять множество задач: от перевода текста до ответа на сложные вопросы. Чем больше параметров у модели, тем больше она способна запоминать и обрабатывать сложные зависимости в тексте. Например, GPT-3 содержит 175 миллиардов параметров, что делает её одной из крупнейших моделей, когда-либо созданных. Это позволяет ей с высокой точностью предсказывать слова и генерировать тексты, которые кажутся естественными и осмысленными.

Заключение

GPT — это мощная генеративная модель, которая способна создавать текст, основываясь на контексте. Благодаря архитектуре трансформеров и механизму внимания она способна понимать сложные языковые структуры и генерировать текст, который выглядит естественно. Обучение модели требует огромных данных и мощных вычислительных ресурсов, однако результат позволяет использовать GPT в самых разных областях: от диалоговых систем до генерации кода и создания креативных текстов.

GPT — это пример того, как современные генеративные модели могут имитировать человеческую речь и мышление, открывая новые горизонты для обработки естественного языка и взаимодействия с искусственным интеллектом.

Библиография

1. VASWANI, A., SHAZEER, N., PARMAR, N., USZKOREIT, J., JONES, L., GOMEZ, A. N., KAISER, Ł., & POLOSUKHIN, I. **Attention Is All You Need.** *Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS)*. 2017. <https://arxiv.org/abs/1706.03762>
2. BROWN, T. B., MANN, B., RYDER, N., SUBBIAH, M., KAPLAN, J., DHARIWAL, P., NEELAKANTAN, A., SHYAM, P., SASTRY, G., ASKELL, A., AGARWAL, S., HERBERT-VOSS, A., KRUEGER, G., HENIGHAN, T., CHILD, R., RAMESH, A., ZIEGLER, D. M., WU, J., WINTER, C., ... & AMODEI, D. Language Models are Few-Shot Learners. *arXiv preprint*. 2020. <https://arxiv.org/abs/2005.14165>
3. RADFORD, A., NARASIMHAN, K., SALIMANS, T., SUTSKEVER, I. **Improving Language Understanding by Generative Pre-Training.** *OpenAI Blog*. 2018. https://cdn.openai.com/research-covers/language-unsupervised/language_understanding_paper.pdf

Section III.

**Implementation of inter /transdisciplinarity
in the teaching-learning process
of physics and technical sciences (STEAM concept)**

Secția III.

**Implementarea inter/transdisciplinarității
în procesul de predare-învățare
a fizicii și științelor tehnice (concept STEAM)**

EVITAREA ACCIDENTELOR RUTIERE PRIN ANALIZA FACTORILOR EXTERNI ȘI INTERNI

Alina ARMAȘ, grad didactic I

profesoară de fizică

<https://orcid.org/0009-0008-9212-4081>

IP Colegiul Tehnic Agricol din Soroca

Rezumat. Probabilitatea de accidentare cu transportul auto în ultimii ani în Republica Moldova capătă o răspândire mai largă din cauza necorespunderii infrastructurii rutiere, necesităților populației și statului, funcționarea insuficientă a sistemului de asigurare a securității circulației, culturii și disciplinei extrem de joase a participanților la trafic. Aceasta lucrare conține o analiză succintă a factorilor externi și interni (starea drumului, condițiile meteo, starea cauciucurilor, viteza, greutatea mașinii, sistemul de frânare), care determină distanța de oprire a unui mijloc de transport.

Cuvinte cheie: mijloc de transport, accident rutier, siguranța circulației, timp de reacție, distanță de oprire, distanță de frânare.

Abstract. The likelihood of road accidents in recent years in the Republic of Moldova has become more widespread due to the noncompliance of road infrastructure with the needs of the population and of the state, due to the inadequate functioning of the system for ensuring the road safety and due the extremely low culture and discipline of road users. This paper contains a brief analysis of the external factors (road conditions, weather conditions, condition of tires, speed, vehicle weight), which determine the braking distance of a means of transport.

Keywords: means of transport, road accident, road safety, reaction time, stopping distance, braking distance.

1. INTRODUCERE

În țara noastră, există o creștere a numărului de vehicule în fiecare an, iar drumurile au devenit un obiect de pericol crescut. Accidentele rutiere soldate cu victime și pagube materiale din ultima perioadă, m-au determinat să înțeleg că în trafic nu există siguranță, atâta timp cât se circulă cu viteză excesivă sau încălcând regulile de circulație. Deacea, identificarea factorilor producerii accidentelor rutiere reprezintă o sarcină prioritară de conștientizare și implementare a măsurilor de prevenție a acestora, pentru diferite categorii de populație.

În fiecare an, 1,35 milioane de oameni decedează din cauza accidentelor rutiere, iar 50 de milioane de persoane suferă de pe urma diferitor tipuri de traumatisme. Aproximativ 90% dintre accidentele rutiere se înregistrează în țările cu venituri mici și mijlocii, fiind principala cauză de deces în rândul copiilor și adulților tineri cu vârsta cuprinse între 15 și 29 de ani. Mai mult de jumătate din totalul deceselor provocate de traficul rutier se numără printre participanții vulnerabili ai drumurilor, precum: pietonii, bicicliștii și motocicliștii. Moldova plasându-se pe locul VIII după principalele cauze de deces și după ultimele

prognoze riscând să ocupe locul V către anul 2030, accidentele rutiere constituie o problemă de sănătate publică globală. Potrivit raportului Organizației Mondiale a Sănătății privind siguranța rutieră, se menționează faptul că problema siguranței în trafic se agravează de pe an pe an, aducând un prejudiciu financiar enorm în tratamentul medical, asistența medicală și alte forme de suferință umană.

Rata deceselor la un milion de locuitori este cu mult peste media țărilor din Uniunea Europeană (UE). În 2022, media UE a fost de 46 de decese cauzate de accidentele rutiere la un milion de locuitori, în timp ce R. Moldova a înregistrat o rată de 1,8 ori mai mare – 85 de decese la un milion de locuitori. În Republica Moldova, ponderea persoanelor care decedază, din totalul celor care au suferit traume în timpul accidentelor rutiere, este de 7,7%. Această cifră este de 4-5 ori mai mare decât media din țările dezvoltate, un om care a ajuns într-un accident rutier, din nefericire, șansa lui de a supraviețui este mult mai mică decât într-o țară dezvoltată.

2. FACTORII CE DETERMINĂ DISTANȚA DE FRÂNARE

Distanța de frânare a autovehiculului poate fi afectată de următorii factori:

- **Defecțiuni la sistemul de frânare.** Dacă o mașină are plăcuțe de frână extrem de uzate, ea se va opri mult mai greu din rulare. ABS-ul ajută procesul de frânare, deoarece scade riscul de blocare a roților.
- **Starea drumului și condițiile meteo.** Distanța parcursă de mașină după frânarea propriu-zisă poate fi mai mare dacă șoseaua este umedă sau acoperită cu zăpadă, s-a format polei sau există alte condiții nefavorabile.
- **Starea cauciucurilor.** Dacă anvelopele nu sunt adaptate la condițiile de drum, distanța de frânare poate fi afectată. Distanța de frânare mai este influențată și de gradul de uzură și de presiunea pneurilor.
- **Greutatea mașinii.** Cu cât vehiculul este mai greu, cu atât distanța de frânare va fi mai mare.

Potrivit datelor statistice cu referire la capitolul: „cauzele producerii accidentelor rutiere” s-a constatat că:

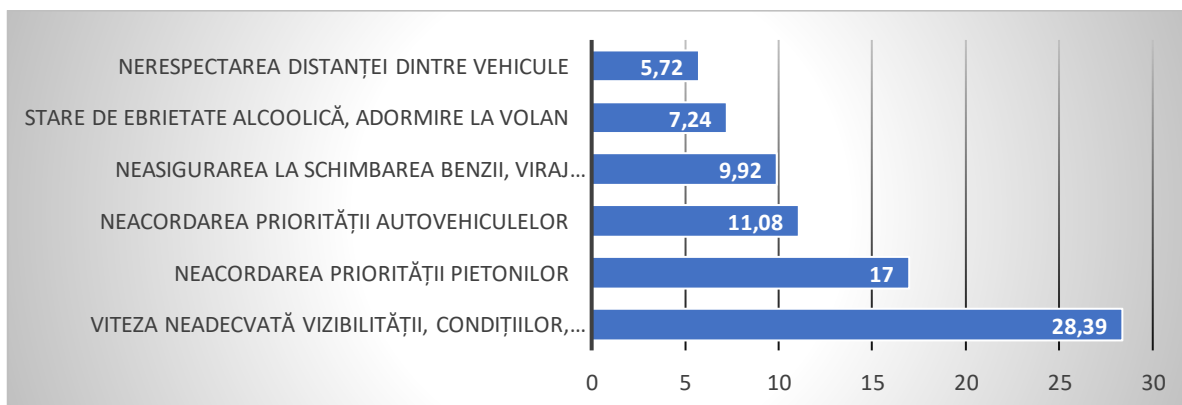


Figura 1. Factorii producerii accidentelor rutiere, %

Mulți șoferi se întreabă care este distanța pe care ar trebui să o aibă față de mașina din față. Trebuie să știi că în Regulamentul Circulației Rutiere nu este menționată o anumită distanță, ci doar faptul că ”Conducătorul de vehicul trebuie să respecte regimul legal de viteză și să o adapteze în funcție de condițiile de drum, astfel încât să poată efectua orice manevră în condiții de siguranță” și ”Conducătorul unui vehicul care circulă în spatele altuia are obligația de a păstra o distanță suficientă față de acesta, pentru evitarea coliziunii”.

Imaginați-vă câte mai puține accidente ar fi, dacă mașinile s-ar opri instantaneu. Din păcate, legile elementare ale fizicii spun că acest lucru este imposibil. Distanța de frânare nu poate fi egală cu 0 metri.

De cele mai multe ori, necesitatea de a frâna survine brusc, pe neașteptate, însă mașina nu se oprește exact atunci când șoferul calcă pedala de frână. Autovehiculul parcurge o anumită distanță din momentul în care conducătorul detectează pericolul și până când autoturismul se oprește complet. Această porțiune de drum se numește **distanță totală de oprire** și este, la rândul ei, compusă din **distanța de reacție** și cea **de frânare**.



Figura 2. Distanța de oprire

3. REALIZAREA EXPERIMENTULUI

Pentru a vedea care este distanța de frânare, am decis să facem un șir de experimente în condiții reale de drum a două vehicule, în dependență de: starea drumului (drum uscat, zăpadă, drum umed), viteză și greutatea mașinii. Am luat trei limite de viteze regulamentare - cele mai comune pe traseele din oraș: 30, 40, 50 km la oră. În această provocare am fost ajutată de elevii: Podorojnyi Vladislav, Borozan Dumitru, elevii gr. TA 3/1 și Ursu Alexandru – profesor de discipline de specialitate, Ungurean Iurie – profesor de securitate și sănătatea în muncă. După fiecare frânare, notam distanța de frânare folosind o măsurătoare de bandă.



Figura 3. Distanța de frânare în dependență de viteză, starea drumului și masa automobilelor

Distanța de frânare poate fi ușor determinată aplicând formula:

$$S = \frac{v^2}{2\mu g},$$

unde S – distanța de frânare, v – viteza, μ – coeficient de frecare (aderență), g – accelerația căderii libere, $g \approx 10 \text{ m/s}^2$

Cunoscând coeficienții de frecare (aderență), este ușor să determinăm distanța de frânare în diferite condiții: **0,7** - asfalt uscat; **0,4** - asfalt umed; **0,2** - zăpadă rulată. Înlocuind aceste date în formulă, am obținut distanțele de frânare.

În consecință vedem cât de mult depinde distanța de frânare de starea drumului, greutatea vehiculului și viteză

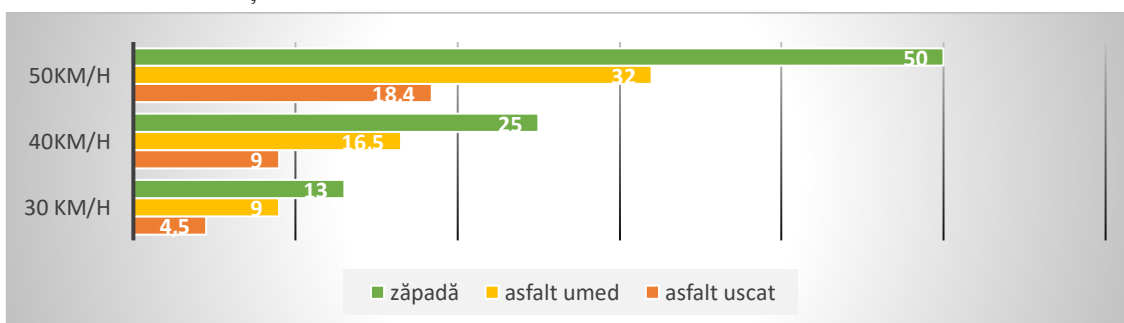


Figura 4. Distanța de frânare în dependență de starea drumului și viteză

În afară de aceasta foarte mult contează timpul de reacție al șoferului, la pericol se adaugă - în medie 1 secundă. Pentru o secundă, apropo, mașina la o viteză de 60 km / h se plimbă încă la 17 metri. Merită să ne gândim !!!

Concluzii

Multe accidente ar putea fi evitate dacă șoferii respectă regula de aur - **păstrați distanța**. În lucrare am aflat ce distanță ar trebui să respectăm pentru propria noastră siguranță și cum să determinăm distanța necesară. Acum știu exact de ce depinde distanța de oprire. Mai exact, distanța de frânare. Ea depinde de: viteza, greutatea automobilului, coeficientul de aderență al pneurilor de carosabil și starea drumului. Pentru a evita un accident trebuie să adoptăm permanent viteza la condițiile de drum (carosabil umed,

acoperit cu zăpadă, gheață sau polei), să păstrăm distanța față de vehiculul din față, pentru a opri în condiții de siguranță

Indiferent cât de scump și de înaltă tehnologie (sau invers) este mașina dvs, amintiți-vă legile fizicii și coeficientul de aderență - acest lucru este deosebit de important, mai ales iarna. Dar, cel mai important, am realizat cât de bine este să împărtășim cunoștințele noastre cu alții.

Ai o singură viață! Prețuiește-o!

Bibliografie

1. BĂLȚĂNEANU, Cerasela – Gabriela. Diagnosticarea, întreținerea și repararea. 2011.
2. FICHER, R., MANN, JOUCHEN. Teste de evaluare pentru mecanicii auto. Servicii, raparații, diagnoză, conversii. 2023.
3. FRĂȚILĂ, G., FRĂȚILĂ, M., SAMOIL S. Automobile. Cunoaștere, întreținere și reparare. 2008.
4. <https://www.zdg.md/stiri/stiri-sociale/cate-accidente-rutiere-s-au-produs-in-r-moldova-in-opt-luni-ale-anului-curent-in-ultimii-trei-ani-numarul-accidentelor-a-crescut-cu-13/>
5. <http://viitorul.org/ro/content/republica-moldova-este-pe-locul-ix-%C3%AEn-topul-%C8%9B%C4%83rilor-din-europa-%C8%99i-csi-privind-num%C4%83rul-de>
6. <https://www.auto-soft.ro/blog/distanța-de-franare-afla-tot-ce-trebuie-sa-stii-despre-ea-pentru-a-evita-accidente-rutiere>
7. <https://chestionare.auto15.ro/legislatie-codul-rutier/5-viteza-si-distanța-dintre-vehicule>

MODELAREA MATEMATICĂ ȘI SIMULAREA ASISTATĂ DE CALCULATOR A OSCILAȚIILOR PENDULULUI FOUCAULT

Nicolae BALMUȘ, dr., conf. univ.

<https://orcid.org/0000-0002-0491-2918>

Tatiana CHIRIAC, dr., conf. univ.

<https://orcid.org/0000-0002-6122-1937>

Catedra Informatică și Tehnologii Informaționale
Facultatea Fizică, Matematică și Tehnologii Informaționale
Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”

Irina CHIRIAC, studentă, an III, specializarea fizică

<https://orcid.org/0009-0009-5109-9219>

Universitatea „Alexandru Ion Cuza” din Iași, România

Rezumat. În lucrare sunt deduse ecuațiile diferențiale care descriu oscilațiile unui pendul gravitațional ideal în sistemul de referință neinertial legat cu suprafața pământului fără restricții impuse asupra amplitudinii oscilațiilor. În cazul când unghiul de abatere a pendulului față de verticala aparentă este mic ecuațiile respective coincid cu cele care guvernează oscilațiile pendulului Foucault. Simularea asistată de calculator se realizează în baza rezolvării numerice a sistemului de ecuații diferențiale.

Cuvinte cheie: Pendulul Foucault, metode numerice de rezolvare a ecuațiilor diferențiale, simularea asistată de calculator, programare vizuală Delphi.

Abstract. The paper derives the differential equations that describe the oscillations of an ideal gravitational pendulum in the non-inertial reference system linked to the earth's surface without restrictions imposed on the amplitude of the oscillations. If the angle of deviation of the pendulum from the apparent vertical is small, the respective equations coincide with those governing the oscillations of the Foucault pendulum. The computer-aided simulation is carried out based on the numerical solution of the system of differential equations.

Keywords: Foucault Pendulum, Numerical Methods for Solving Differential Equations, Computer Aided Simulation, Visual Delphi Programming.

Introducere

Pendulul lui Foucault este un pendul gravitațional, realizat de fizicianul francez Jean Bernard Léon Foucault, care demonstrează că Pământul se învâрте în jurul propriei axe. Pendul lui Foucault este capabil să oscileze în orice plan vertical, și parametrii pendulului (masa, lungimea, articulațiile în punctul de suspensie) sunt selectați pentru ca oscilațiile neamortizate ale pendulului să fie stabile cel puțin pentru un interval de timp de ordinul 24 ore. Comportamentul pendulului Foucault este explicat în contextul mișcării corpurilor la suprafața Pământului care implică recurgerea la un sistem de referință inerțial galilean legat nu de Pământ, ci de un sistem stelar [1].

Realizarea tehnică a unui pendul de tip Foucault necesită un spațiu adecvat în care poate fi amplasat dispozitivul și soluții ingineresti originale pentru amenajarea punctului de suspensie [2]. La acest moment în România și Republica Moldova funcționează doar 16 pendule Foucault [3], de regulă instalate în incinta unor muzee, universități și colegii.

Experimentele cu pendulul Foucault au două aspecte: unul *științific* – în condiții de laborator se demonstrează existența mișcării de rotație a Pământului; al doilea este *didactic* – permite înțelegerea mai profundă a fenomenelor fizice care se observă în câmpul de gravitație al Pământului.

Deoarece instalațiile cu pendule Foucault sunt puțin accesibile pentru realizare experimentelor reale, în lucrarea dată se propune studierea acestui dispozitiv prin activități de modelare și simulare asistate de calculator.

Metodologia cercetării

În articol se descrie modelul matematic de obținere a ecuațiilor diferențiale care descriu oscilațiile unui pendul gravitațional într-un sistem de referință legat cu suprafața Pământului, în baza căruia sunt implementate pe calculator activități de simulare a oscilațiilor pendulului gravitațional Foucault fără restricții de abatere unghiulară. Pentru a simula oscilațiile pendulului Foucault, au fost implementate animații de simulare în limbajul de programare de nivel înalt Delphi, mediul căruia conține funcții încorporate pentru construirea reprezentărilor grafice.

Lucrarea se implementează în cadrul subprogramului de cercetare „Digitalizarea procesului de formare inițială a cadrelor didactice pentru asigurarea unui demers didactic eficient, în context cu solicitările pieței muncii”, cod 040102, direcția strategică: valorificarea capitalului uman și social, care se realizează în cadrul Universității Pedagogice de Stat „Ion Creangă” din Chișinău, pe perioada 2024-2027.

Modelul matematic

Teoria pendulului Foucault, în cazul oscilațiilor mici este bine cunoscută. Recent a fost publicată lucrarea autorului Giacometti [4], în care problema pendulului Foucault este formulată în coordonate carteziane. În continuare, reproducem succint modul de obținere a ecuațiilor diferențiale care descriu oscilațiile unui pendul gravitațional într-un sistem de referință legat cu suprafața Pământului.

În figura 1 sunt indicate notațiile și geometria axelor sistemelor de coordonate inerțial ($Oxyz$) și neinerțial ($O'x'y'z'$) care sunt utilizate pentru identificarea ecuațiilor care guvernează mișcarea bobului pendulului, considerat punct material cu masa m . Axa $O'x'$ este tangentă la paralela locală și este orientată spre vest; axa $O'y'$ este tangentă la meridianul local și este orientată spre sud; axa $O'z'$ este orientată de-a lungul verticalei locale spre exterior.

Legea a doua a lui Newton pentru bobul pendulului în sistemul de coordonate $(O'x'y'z')$ poate fi scrisă în forma următoare:

$$m\vec{a}' = \vec{T} + m\vec{g}_e - 2m[\vec{\omega}, \vec{v}_r], \quad (1)$$

unde: \vec{T} – forța de tensiune care acționează din partea firului asupra bobului pendulului, \vec{g}_e – accelerația gravitațională efectivă orientată în direcția verticalei efective care în caz general nu este orientată spre centrul Pământului, \vec{v}_r – viteza relativă a bobului pendulului în sistemul neinertial de referință, $\vec{\omega}$ – viteza unghiulară a sistemului neinertial. Ultimul termen din ecuația (1) este forța Coriolis.

Proiecțiile vectorilor $\vec{\omega}$ și \vec{T} se determină în baza configurațiilor din figura 1:

$$\vec{\omega} = \Omega(-\cos(\lambda)\vec{j}' + \sin(\lambda)\vec{k}'), \quad (2)$$

unde: Ω – viteza unghiulară de rotire a Pământului în jurul axei sale, λ – latitudinea locală.

$$\vec{T} = T(-\sin(\theta)\cos(\beta)\vec{i}' - \sin(\theta)\sin(\beta)\vec{j}' + \cos(\theta)\vec{k}'), \quad (3)$$

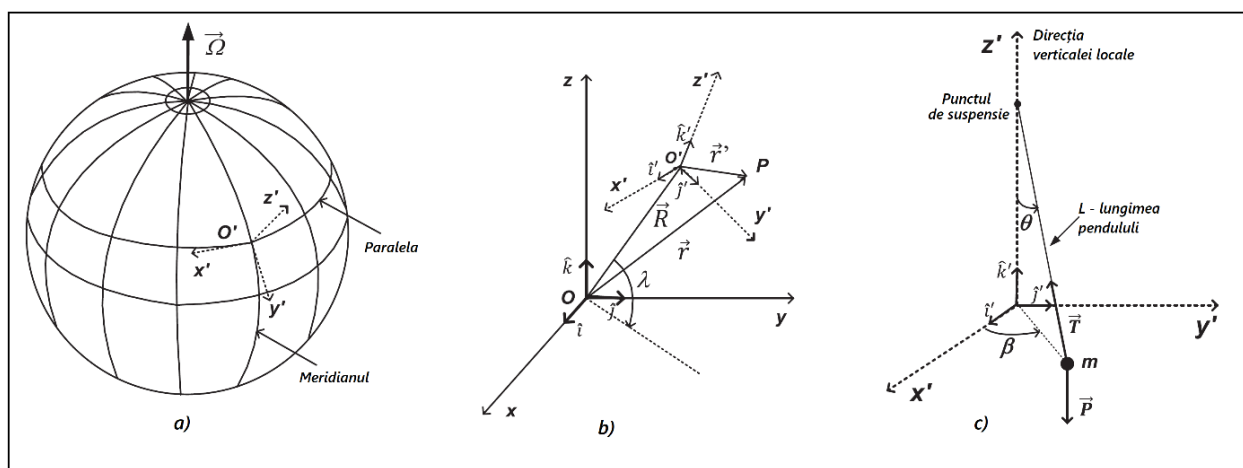


Figura 1. Geometria axelor și forțele care acționează asupra bobului pendulului

Proiectând ecuația (1) pe axele sistemului de coordonate $O'x'y'z'$ obținem un sistem din trei ecuații diferențiale scalare care descriu oscilațiile pendulului gravitațional în formă generală (pentru simplificarea formulelor ometem simbolul ' în notarea coordonatelor)

$$m\ddot{x} = -T\sin(\theta)\cos(\beta) + 2\Omega(\dot{z}\cos(\lambda) + \dot{y}\sin(\lambda)) \quad (4)$$

$$m\ddot{y} = -T\sin(\theta)\sin(\beta) - 2\Omega\dot{x}\sin(\lambda) \quad (5)$$

$$m\ddot{z} = T\cos(\theta) - mg_e + 2\Omega\dot{x}\cos(\lambda) \quad (6)$$

$$\cos(\beta) = x/\sqrt{x^2 + y^2}; \sin(\beta) = \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}} \quad (7)$$

Modulul forței de tensiune în fir (T) se determină din condiția echilibrului dinamic al forțelor care acționează de-a lungul firului pendulului:

$$T = mg_e \cos(\theta) + \frac{mv_r^2}{L} = mg_e \cos(\theta) + \frac{m}{L}(\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2) \quad (8)$$

În caz general, sistemul de ecuații diferențiale (4)-(5) nu poate fi rezolvat în formă analitică. Acest moment este menționat și în lucrarea [3] unde soluțiile au fost obținute analitic doar pentru oscilații mici.

Scopul acestei lucrări constă în identificarea metodelor numerice de rezolvare a sistemului de ecuații diferențiale (4)-(5) în baza cărora vor fi implementate pe calculator diverse activități de simulare a oscilațiilor pendulului gravitațional fără restricții de abatere unghiulară.

Tehnologii de realizare a animațiilor

Animațiile de simulare pot fi realizate în orice limbaj de programare de nivel înalt în care sunt incorporate funcții pentru construirea reprezentărilor grafice. Unul din aceste limbaje este Delphi. Compania Embarcadero, pe pagina oficială a site-ului [5], afirmă că productivitatea de scriere a programelor cu interfață grafică în Delphi este de 5 ori mai mare decât în alte limbaje de programare. În prezent versiunile *Community* și *Academic* ale mediului de programare Delphi pot fi descărcate și instalate gratuit.

Prezentăm în continuare etapele de realizare aplicației Delphi FMX cu ajutorul căreia se simulează oscilațiile pendulului Foucault.

Etapa 1. Designul aplicației. Designul aplicației se realizează utilizând componente Delphi FMX așa cum sunt reprezentate în figura 2.

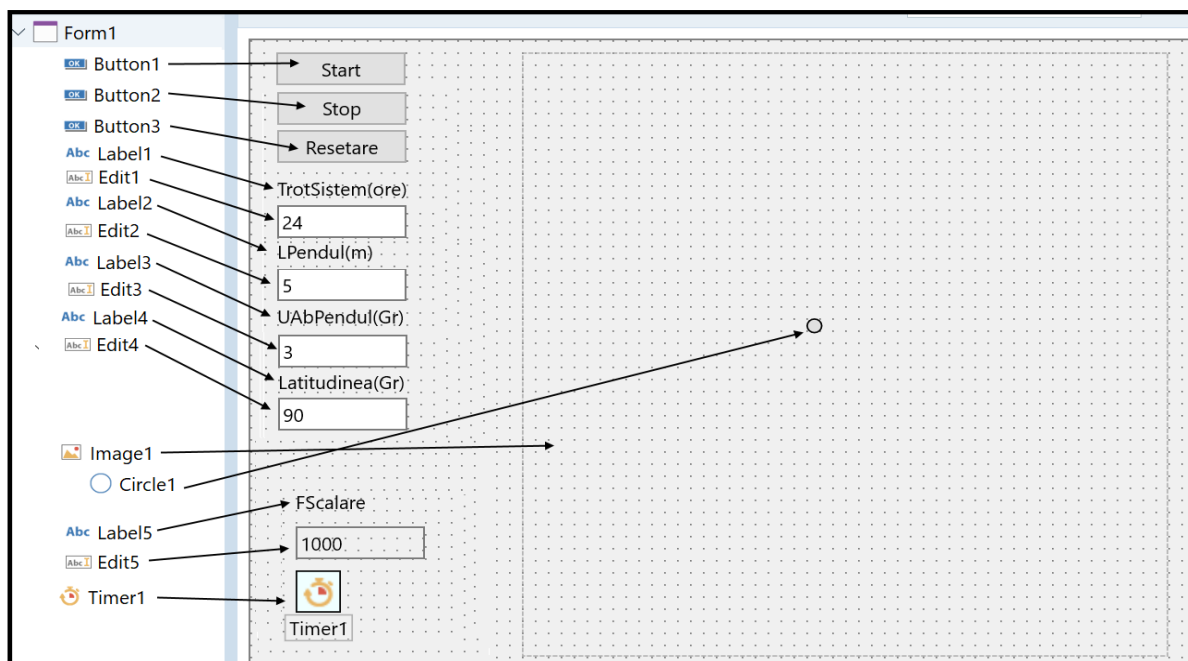


Figura 2. Designul aplicației cu ajutorul componentelor Delphi FMX

Etapa 2. Codul aplicației. Codul programului se implementează în fereastra `Unit1`.

a) În compartimentul *Implementation* se realizează declarațiile globale:

```

type fnxv=procedure(t:extended;x,v:array of extended;var
f:array of extended);
var x0,v0,x,v:array of extended;
var t0,fi0,t,g,ht,tpm,fsc,lpf,ltd,wup,gama,mp,rp,zz:extended;

```

b) În baza formulelor (4)-(8) se scrie codul procedurii PF:

```

procedure PF(t:extended;x,v:array of extended;var f:array of
extended); var ftf,ro,cosb,sinb,sint:extended;
begin
  ro:=sqrt(sqr(x[0])+sqr(x[1]));
  cosb:=x[0]/ro;sinb:=x[1]/ro;    sint:=ro/lpf;
  ftf:=((sqr(v[0])+sqr(v[1])+sqr(v[2]))-g*x[2])/lpf;
  f[0]:=-ftf*sint*cosb+2*wup*(v[2]*cos(ltd)+v[1]*sin(ltd));
  f[1]:=-ftf*sint*sinb-2*wup*v[0]*sin(ltd);
  f[2]:=-g-ftf*x[2]/lpf+2*wup*v[0]*cos(ltd);
end;

```

c) Se introduce codul procedurii Rsed2RKM cu ajutorul căreia se rezolvă numeric un sistem de ecuații diferențiale de ordinul 2:

```

procedure RSED2RK4_M(t0:extended;x0,v0:array of extended;
pfs:fnxv;t:extended;var x,v:array of extended);
var n,i,j,ned:integer;h,tt0,ti,eps:extended; p:boolean;
xc,xc,vc,vc,xx0,vv0,k0,k1,k2,k3,f,x00,v00, xh2,vh2,
xh,vh:array[0..100] of extended;
procedure RSED2RK4(t0:extended;x0,v0:array of
extended;pfs:fnxv;t:extended; var x,v:array of extended);
//procedura rezolvă sistemul de ecuații diferențiale fără iterații:
  var n,i,ned:integer;h:extended; p:boolean;
  xc,vc,k0,k1,k2,k3,f,xh2,vh2, xh,vh:array[0..100] of
extended;
  begin //începutul procedurii RSED2RK4
    ned:=high(x0); h:=t-t0; n:=1;
    pfs(t0,x0,v0,f); for i:=0 to ned do
      begin xh2[i]:=x0[i]+v0[i]*h/2+f[i]*sqr(h/2)/2;
        xh[i]:=x0[i]+v0[i]*h+f[i]*sqr(h)/2;
        k0[i]:=h*f[i];    vh2[i]:=v0[i]+k0[i]/2; end;
    pfs(t0+h/2,xh2,vh2,f); for i:=0 to ned do
      begin k1[i]:=h*f[i];    vh2[i]:=v0[i]+k1[i]/2 end;
    pfs(t0+h/2,xh2,vh2,f); for i:=0 to ned do
      begin k2[i]:=h*f[i];    vh2[i]:=v0[i]+k2[i] end;
    pfs(t0+h,xh,vh2,f); for i:=0 to ned do
      begin k3[i]:=h*f[i];
        vc[i]:=v0[i]+(k0[i]+2*k1[i]+2*k2[i]+k3[i])/6;

```

```

    xc[i]:=x0[i]+v0[i]*h+f[i]*sqr(h)/2 ;
end;
for i:=0 to ned do begin x[i]:=xc[i];v[i]:=vc[i];end;
end; //sfârșitul procedurii RSED2RK4
begin //începutul procedurii RSED2RK4_M
ned:=high(x0); eps:=1E-12;// precizia predefinită
h:=t-t0; n:=1;
RSED2RK4(t0,x0,v0,pfs,t,xc,vc);// determină soluțiile
//în primă aproximație
Repeat // etapa iterativă de ameliorare a soluțiilor
ti:=now;
    for i:=0 to ned do begin
        xp[i]:=xc[i];vp[i]:=vc[i];
xx0[i]:=x0[i];vv0[i]:=v0[i];end;
    h:=h/2;n:=n*2; tt0:=t0;
    for j:=1 to n do begin
        RSED2RK4(tt0,xx0,vv0,pfs,tt0+h,xc,vc);//
        for i:=0 to ned do begin xx0[i]:=xc[i];
vv0[i]:=vc[i]; end;
        tt0:=tt0+h;
    end;
    p:=true;
    for i:=0 to ned do p:=p and (abs(xc[i]-xp[i])<eps) and
        (abs(vc[i]-vp[i])<eps);
    if (now-ti)*24*3600>0.01 then p:=true
until p;
    for i:=0 to ned do begin x[i]:=xc[i];v[i]:=vc[i];end;
end; //sfârșit RSED2RK4_M

```

d) Se implementează codul procedurii Button1Click:

```

procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
var rect:TRectF; dd,fi,h:extended; i:integer;
p1,p2:TPointF;
begin
    image1.Bitmap.Clear(TAlphaColors.White);
    setlength(x0,3); setlength(v0,3);
    rp:=6370000; mp:=5.98*1e24;gama:=6.67*1e-11;
    wup:=2*pi/(edit1.Text).ToExtended/3600;
    lpf:=(edit2.Text).ToExtended;
    ltd:=(edit4.Text).ToExtended*pi/180;
    fi0:=(edit3.Text).ToExtended*pi/180;
    fsc:=(edit5.Text).ToExtended;
    g:=gama*mp/sqr(rp);

```

```

    g:=sqrt(sqr(g-
sqr(wup*cos(ltd))*rp)+sqr(0.5*sqr(wup)*rp*sin(2*ltd)));
    zz:=imager1.Width/2; Tpm:=2*pi*sqrt(lpf/g); ht:= Tpm/100;
    t0:=0; x0[0]:=lpf*sin(fi0); x0[1]:=0; x0[2]:=-lpf*cos(fi0);
    v0[0]:=0; v0[1]:=0; v0[2]:=0; t:=0;
    Imager1.Bitmap.Canvas.BeginScene;
    Imager1.Bitmap.Canvas.Fill.Color:=TAlphacolors.Black;
    dd:=lpf*sin(fi0)*fsc+3;
    Rect:=TRectF.Create(TPointF.Create(zz+1-dd,zz+1-dd),2*dd,2*dd);
    Imager1.Bitmap.Canvas.drawEllipse(Rect, 1);
    for I := 0 to 360 do begin
        fi:=i*pi/180; h:=3; if i mod 5=0 then h:=5;
        if i mod 10=0 then h:=8; // if i mod 2=0 then h:=3;
        p1:=TPointF.Create(zz-dd*cos(fi),zz-dd*sin(fi));
        p2:=TPointF.Create(zz-(dd+h)*cos(fi),zz-(dd+h)*sin(fi));
        Imager1.Bitmap.Canvas.DrawLine(p1,p2,1); end;
    Imager1.Bitmap.Canvas.EndScene;
    timer1.Enabled:=true;
end;

```

e) Se implementează codul procedurii Timer1Timer:

```

procedure TForm1.Timer1Timer(Sender: TObject);
var p:TPointF; Rect: TRectF;
begin t:=t+ht;
    caption:='t='+floattostr(round(t*1000)/1000)+'
            '+floattostr(round(t/3.600)/1000)+' ore';
    setlength(x,3); setlength(v,3);
    RSED2RK4_M(t0,x0,v0,pf,t,x,v);
    x0[0]:=x[0]; x0[1]:=x[1]; x0[2]:=x[2];
    v0[0]:=v[0]; v0[1]:=v[1]; v0[2]:=v[2]; t0:=t;
    p:=TPointF.create(zz+x[0]*fsc,zz+x[1]*fsc) ;
    circle1.Position.x:= zz+x[0]*fsc -circle1.Width/2;
    circle1.Position.Y:= zz+x[1]*fsc-circle1.Height/2;
    Imager1.Bitmap.Canvas.BeginScene;
    Imager1.Bitmap.Canvas.Fill.Color:=TAlphacolors.Black;
    Rect := TRectF.Create(p,2,2);
    Imager1.Bitmap.Canvas.fillEllipse(Rect, 1);
    Imager1.Bitmap.Canvas.EndScene;
end;

```

f) Se implementează codul procedurii FormCreate:

```

procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);
var ssc:extended;
begin formatsettings.DecimalSeparator:= '.';

```

```

ssc:= 1.75; //factorul de de scalare a ecranului
Image1.Bitmap.SetSize(Round(Image1.Width*ssc),
    Round(Image1.Height*ssc));end;

```

g) Se implementează codul procedurii Button2Clic:

```

procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
begin timer1.Enabled:=false; end;

```

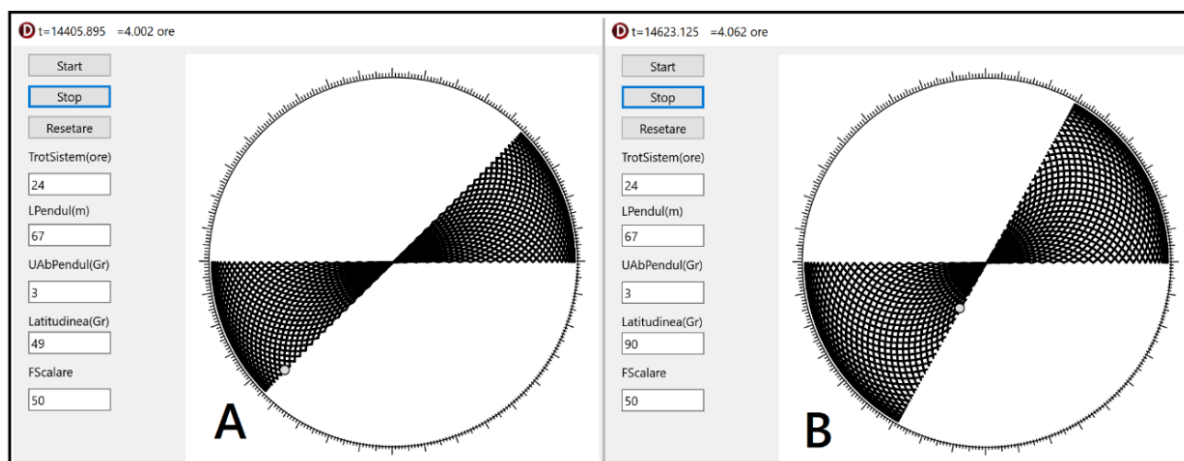
h) Se implementează codul procedurii Button3Clic:

```

procedure TForm1.Button3Click(Sender: TObject);
begin Image1.Bitmap.Clear(TAlphaColors.White)end;

```

După realizarea acestor etape aplicația pentru simularea oscilațiilor pendulului Foucault este realizată și poate fi testată. În figura 3 sunt prezentate două secvențe de simulare a oscilațiilor pendulului Foucault (A) cu parametrii celui original (anul 1851, Pantéon, Paris) și (B) – același pendul instalat imaginar la polul nord.



**Figura 3. Secvențe de simulare a oscilațiilor pendulului Foucault
(A: Paris, B: polul nord)**

Din imaginile A și B (fig. 3) și observă cert că rezultatele simulării coincid cu rezultate teoretice (pentru Paris rotirea planului de oscilație a pendulului într-o oră este ≈ 11.3 min, iar pentru polul nord ≈ 15 min).

Concluzii

Aplicația pentru simularea oscilațiilor pendulului Foucault, descrisă în lucrare ușor poate fi realizată de orice utilizator care cunoaște interfața mediului de programare Delphi FMX. Utilizatorii curioși au posibilitate să dezvolte aplicația în continuare pentru a descoperi noi proprietăți ale acestui dispozitiv. În particular, nu este clar din punct de vedere teoretic cum influențează unghiul inițial de abatere a pendulului asupra vitezei de rotire a planului de oscilație (teoria a fost dezvoltată doar pentru oscilații mici). Rezultatele obținute în baza aplicației descrisă în lucrare sunt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1. Dependența vitezei de rotire a planului de oscilare a pendulului Foucault de amplitudinea oscilațiilor pentru un pendul cu lungimea de 1 m

Amplitudinea oscilațiilor [grade]	5	15	30	45	60	75
Viteza de rotire a planului de oscilații [grade/ora]	11.3	10.5	10	9	8	7

Datele din tabelul 1 demonstrează cert diminuarea vitezei de rotire a planului de oscilare a pendulului atunci când amplitudinea oscilațiilor crește.

Aceste rezultate ar putea fi verificate experimental cu ajutorul unui pendul gravitațional de lungime mică, instalat în centrul unei platforme masive care se rotește uniform în jurul axei verticale cu viteză unghiulară relativ mare, de exemplu 1rotire/oră. Viteza de rotire a planului de oscilare al acestui pendul, pentru oscilații mici trebuie să fie 6°/min. Pentru amplitudini mai mari ale oscilațiilor această viteză trebuie să se micșoreze.

Bibliografie

1. LUCA, D.; STAN, C. Mecanica clasică. 2007. [citat 10.10.2024]. Disponibil: http://newton.phys.uaic.ro/data/pdf/Mecanica_clasica.pdf.
2. MUNTEANU, E. Sistem încorporat de măsurare și control al amplitudinii Pendulului Foucault. În: *Intelectus*. 2022, Nr.2, pp. 109-114. [citat 10.10.2024]. Disponibil: <https://doi.org/10.56329/1810-7087.22.2.11>.
3. RĂDULESCU, N., NAIMAN, M.H. și al. Pendule Foucault în România și Republica Moldova. [citat 10.10.2024]. Disponibil: <https://www.astroclubul.ro/wp-content/uploads/2022/09/pFromold.pdf>.
4. GIACOMETTI, J. A. Foucault pendulum revisited, the determination of precession angular velocity using Cartesian coordinates. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 2021, vol. 43. [citat 10.10.2024]. Disponibil: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/TFwY3VMTHg7qVw4TtrDpXDr/?format=pdf&lang=en>.
5. Welcome page Embarcadero. [citat 10.10.2024]. <https://www.embarcadero.com/>.

TEHNOLOGII EMERGENTE ÎN EDUCAȚIA STEAM - O PUNTE ÎNTRE TEORIE ȘI PRACTICĂ ÎN ÎNVĂȚAREA ȘTIINȚELOR

Olga BALMUȘ, manager programe educaționale

profesor de fizică, grad didactic superior

<https://orcid.org/0009-0003-1415-2398>

Centrul Național de Inovații Digitale în Educație „Clasa Viitorului”

Rezumat. Educația STEAM integrează știința, tehnologia, ingineria, artele și matematica, promovând o abordare interdisciplinară și practică a învățării. Articolul analizează rolul esențial al tehnologiilor în educația STEAM, având ca scop transformarea procesului educațional dintr-o abordare statică într-una interactivă. Aceste tehnologii oferă oportunități unice pentru elevi de a experimenta, a dezvolta gândirea critică și a colabora, pregătindu-i pentru provocările unei lumi moderne și dinamice.

Cuvinte cheie: Educație STEAM, tehnologii emergente, micro:bit, pocketlab, microscop.

Abstract. STEAM education integrates science, technology, engineering, arts, and mathematics, promoting an interdisciplinary and practical approach to learning. The paper explores the importance of using emerging technologies, to transform education from a passive experience into an interactive one. These technologies provide unique opportunities for students to experiment, develop critical thinking, and collaborate, preparing them for the challenges of a modern and dynamic world.

Keywords: STEAM education, emerging technologies, micro:bit, pocketlab, microscope.

Introducere

Educația STEAM reprezintă o abordare inovatoare a educației care integrează cinci domenii cheie: Știință, Tehnologie, Inginerie, Arte și Matematică. Spre deosebire de abordările educaționale tradiționale, STEAM încurajează interdisciplinaritatea și promovează o conexiune între cunoștințele teoretice și aplicațiile lor practice.

Pe măsură ce tehnologia evoluează într-un ritm rapid, integrarea tehnologiilor emergente în educația STEAM devine nu doar o opțiune, ci o necesitate pentru a pregăti elevii pentru lumea modernă. Aceste tehnologii oferă oportunități unice de a transforma învățarea dintr-o experiență pasivă într-una interactivă, practică și captivantă, oferind elevilor acces la instrumente care înainte erau rezervate doar cercetătorilor sau profesioniștilor din domeniu [1].

Importanța educației STEAM derivă din faptul că pregătește elevii să devină inovatori și persoane capabile să rezolve probleme într-o lume în continuă schimbare[3]. Prin integrarea tehnologiilor emergente, educația poate depăși barierele teoretice, oferind experiențe practice și contextuale care ajută elevii să înțeleagă mai bine conceptele științifice și tehnice. Acest lucru este deosebit de important într-o eră în care complexitatea problemelor globale necesită soluții creative și multidisciplinare.

Acest articol explorează câteva dintre multitudinea de tehnologii care schimbă peisajul educațional tradițional în-unul cu abordări STEAM, oferind exemple concrete care arată impactul acestora asupra învățării științelor.

Având în vedere oportunitățile educaționale actuale dar și provocările cu care se confruntă sistemul educațional din țara noastră, integrarea tehnologiilor emergente în educația STEAM devine esențială pentru a asigura o învățare relevantă și adaptată nevoilor societății moderne. În acest context, tehnologia joacă un rol esențial în modelarea viitorului, forțând o continuă adaptare la noile realități și cerințe digitale. În cadrul proiectului Clasa Viitorului, 123 de instituții școlare beneficiază de dotări cu tehnologii moderne de tip laboratoare digitale. Tipul echipamentelor precum și descrierea lor poate fi accesată aici: <https://www.clasaviitorului.md/echipamente-educationale/>. În cele ce urmează voi prezenta doar câteva echipamente și cum pot fi acestea integrate în curriculum școlar.

Pocket Lab este un echipament de tip laborator digital. Această tehnologie permite elevilor și profesorilor să exploreze fenomenele științifice într-un mod interactiv și practic. De asemenea are capacitatea de a măsura o varietate de parametri fizici precum accelerația, temperatura, presiunea, și mișcarea, făcându-l ideal pentru activitățile STEAM. Prin conectarea la dispozitive mobile, Pocket Lab oferă utilizatorilor acces la vizualizări de date în timp real, ceea ce încurajează descoperirea și învățarea bazată pe experimentare. Descriere mai amplă a echipamentului precum și acces la resurse de pe site-ul oficial se pot găsi accesând link-ul: <https://www.clasaviitorului.md/wpcontent/uploads/2024/06/Pocket-Lab.pdf>

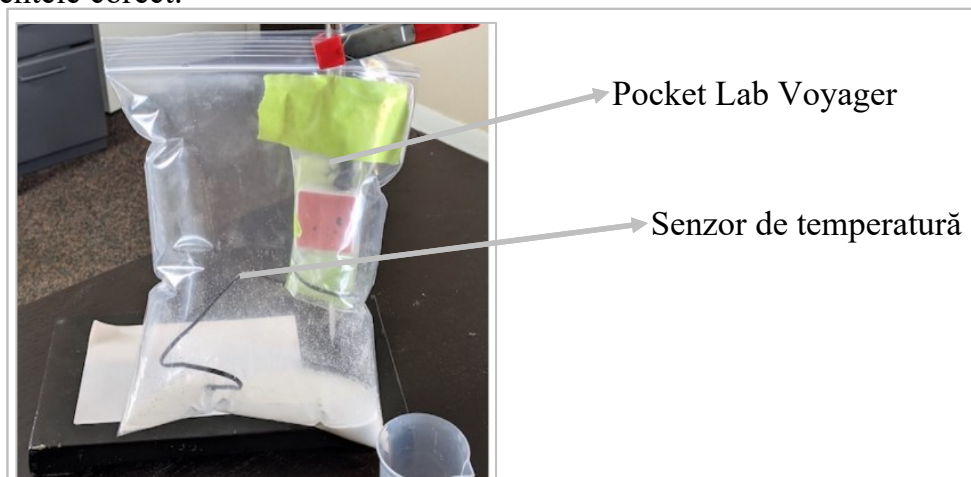
Pentru a facilita înțelegerea reacțiilor chimice la ora de chimie și pentru a face procesul de învățare mai captivant și interactiv, utilizarea echipamentelor digitale moderne devine esențială. În loc să recurgem doar la metodele tradiționale de experimentare, unde elevii observă rezultatele reacțiilor chimice din exterior, noile tehnologii permit monitorizarea reacțiilor în timp real, oferind o perspectivă mai profundă asupra proceselor chimice.

Un exemplu concret de utilizare a acestui echipament în cadrul orelor este determinarea tipului de reacție chimică – endotermă sau exotermă. În loc de simple observații vizuale, elevii pot analiza direct modificările de temperatură ale reacției, folosind echipamente moderne precum laboratorul digital Voyager sau Weather cu un senzor de temperatură.

Pentru acest experiment, sunt necesare câteva materiale simple: bicarbonat de sodiu, oțet alimentar și o pungă etanșă, alături de senzorul de temperatură care se conectează prin Pocket Lab. Prin intermediul aplicației, elevii pot seta și monitoriza temperatura în timp real, observând în mod direct modul în care reacția chimică evoluează. În acest fel, elevii

nu doar că asistă la reacție, ci și înțeleg cum schimbările de temperatură reflectă energia implicată în proces.

Pentru a desfășura acest experiment într-un mod interactiv și accesibil, elevii trebuie să urmeze câțiva pași simpli. În primul rând, este important să pregătească materialele necesare, care includ o lingură de bicarbonat de sodiu și aproximativ 50 ml de oțet alimentar. Acestea vor fi reactanții în experimentul nostru. Elevii vor construi apoi dispozitivul conform instrucțiunilor vizuale primite, având grijă să integreze toate componentele corect.



Figură 1. Instalația

Odată ce construcția este pregătită, urmează partea de tehnologie. Senzorul de măsurare a temperaturii, conectat la aplicația Pocket Lab, va fi setat pentru a înregistra modificările de temperatură la o rată de 5 măsurători pe secundă. Acest lucru va permite captarea exactă a datelor necesare pentru analiza tipului de reacție. Senzorul trebuie plasat în interiorul pungii, asigurându-se că va intra în contact direct cu soluția ce va rezulta din reacție.

După ce totul este pregătit, elevii vor adăuga bicarbonatul de sodiu în pungă și se vor asigura că senzorul este poziționat corect. Următorul pas constă în turnarea cu grijă a oțetului peste bicarbonat, ceea ce va declanșa reacția chimică. În acest moment, aplicația va începe să înregistreze datele în timp real, oferind o imagine clară asupra evoluției temperaturii în timpul reacției. După ce reacția s-a încheiat, elevii vor opri înregistrarea datelor și vor analiza împreună rezultatele obținute.

Prin această metodă, elevii nu doar că observă reacția chimică, ci și înțeleg în detaliu modul în care temperaturile variază, reflectând schimbările de energie ale reacției. Astfel, folosirea echipamentelor moderne nu doar simplifică experimentul, dar le oferă și o experiență educațională mai profundă și relevantă pentru viitorul lor în domeniul științei.

Micro:bit este un microcontroler educațional compact și ușor de utilizat, conceput pentru a introduce elevii în lumea programării prin proiecte interactive și creative

Utilizarea Micro:bit în ora de geografie oferă elevilor o oportunitate unică de a explora fenomenele meteorologice într-un mod interactiv și practic, care depășește simplele descrieri teoretice din manuale. Acest microcontroler permite elevilor să vizualizeze în timp real cum condițiile atmosferice, precum temperatura sau umiditatea, influențează vremea. Această abordare nu doar că face învățarea mai atractivă, dar ajută și la consolidarea cunoștințelor prin experiențe practice.

Pentru a pune în aplicare acest concept, activitatea începe cu o discuție teoretică în care profesorul explică elevilor cum funcționează diferitele fenomene meteorologice și cum variabilele atmosferice, cum ar fi temperatura și umiditatea, influențează formarea condițiilor meteo, precum ploaia, soarele sau vântul. Aceasta le oferă elevilor o bază solidă înainte de a trece la partea practică. În continuare, profesorul introduce Micro:bit-ul ca un instrument de simulare meteo. Accesând platforma MakeCode la adresa web: <https://makecode.microbit.org/>, acesta creează un cod simplu care permite echipamentului să afișeze diverse simboluri meteorologice pe ecranul său LED, în funcție de valorile setate pentru temperatura și umiditatea aerului. Elevii sunt invitați să observe procesul și să înțeleagă cum datele introduse se reflectă în prognoza afișată. Apoi, fiecare grup de elevi primește propriul Micro:bit și începe să modifice variabilele de temperatură și umiditate din programul creat. De exemplu, un elev poate seta o temperatură ridicată și o umiditate scăzută, iar dispozitivul va afișa simbolul unui soare, indicând vremea însorită. Alt grup poate seta o temperatură scăzută și o umiditate ridicată, iar Micro:bit-ul va afișa simbolul ploii. Acest proces îi ajută pe elevi să vadă legătura dintre datele meteorologice și condițiile de vreme într-un mod concret și vizual. La finalul activității, elevii se reunesc pentru a discuta rezultatele și pentru a compara diferitele condiții meteorologice simulate. Prin această reflecție, ei își consolidează înțelegerea asupra felului în care datele meteo sunt folosite în prognoze reale și cum variațiile atmosferice generează diferite fenomene.

Astfel, utilizarea Micro:bit-ului nu doar că facilitează o învățare mai atractivă, dar transformă datele abstracte în experiențe palpabile, permițând elevilor să înțeleagă fenomenele meteorologice într-un mod inovator și practic.

Microscop digital Teslong este un echipament inovator care oferă elevilor oportunitatea de a explora lumea microscopică într-un mod captivant și interactiv. Cu o capacitate de mărire de până la 200 de ori, acesta permite observarea detaliată a obiectelor mici, de la frunze și insecte, până la structuri microscopice artificiale. Conectat la dispozitive mobile sau computere, Teslong facilitează afișarea și înregistrarea imaginilor în timp real, transformând fiecare lecție într-o experiență vizuală bogată și memorabilă. Acest microscop este deosebit de util în educația STEAM, oferind elevilor ocazia să experimenteze direct și să observe detalii imposibil de văzut cu ochiul liber, îmbunătățind astfel înțelegerea conceptelor științifice.

Un exemplu concret de utilizare a acestui echipament este lecția de biologie, în care elevii studiază structura florală a oricărei specii de flori. Elevii, având la dispoziție o pensetă, vor analiza structura florii la microscop, determinând numărul de elemente florale: petale, sepale, stamine și pistiluri. Observațiile detaliate realizate cu ajutorul microscopului Teslong le permit să completeze formula florală, reprezentată prin simbolurile latine corespunzătoare ciclurilor florale: **K** (sepale), **C** (petale), **A** (stamine) și **G** (pistiluri). Prin intermediul acestui dispozitiv, elevii pot descoperi detalii fascinante ale lumii vii, obținând o înțelegere mai profundă a structurilor naturale pe care le studiază teoretic. Această abordare vizuală și practică adaugă valoare procesului educațional, consolidând cunoștințele într-un mod atractiv și interactiv.

În cadrul experimentelor propuse elevii vor avea ocazia să exploreze concepte științifice într-un mod practic și interactiv. Fiecare activitate a oferit o perspectivă concretă asupra fenomenelor studiate, fie că a fost vorba de reacții chimice exotermice sau structura florală microscopică. Aceste experiențe hands-on au transformat învățarea pasivă în oportunități de explorare și descoperire, stimulând interesul elevilor și facilitând înțelegerea mai profundă a conceptelor științifice.

Concluzionând, utilizarea echipamentelor digitale moderne aduce un plus de valoare în educația STEAM. Aceste instrumente nu doar că fac procesul de învățare mai interactiv și captivant, dar le oferă elevilor posibilitatea de a învăța prin experimentare și observare directă. În acest fel, elevii dezvoltă abilități esențiale, cum ar fi gândirea critică și soluționarea problemelor, pregătindu-se astfel pentru o carieră în domeniul științific sau tehnologic.

Concluzii

1. Echipamentele digitale facilitează un proces educațional interactiv și captivant, contribuind la transformarea lecțiilor din experiențe pasive în oportunități de experimentare activă, care dezvoltă gândirea critică și creativitatea elevilor;
2. Abordarea STEAM permite elevilor să facă conexiuni între cunoștințele din diferite discipline și să aplice aceste cunoștințe în contexte reale, pregătindu-i astfel pentru provocările unei societăți complexe și dinamice;
3. Utilizarea tehnologiilor digitale facilitează personalizarea procesului educațional, permițând adaptarea conținuturilor la nevoile fiecărui elev, ceea ce poate contribui îmbunătățirea performanțelor școlare.

Prin urmare, implementarea tehnologiilor emergente în educația STEAM deschide noi orizonturi pentru elevi, transformând procesul de învățare într-o experiență practică și captivantă. Totodată, pe măsură ce lumea se schimbă rapid, educația trebuie să țină pasul, adaptându-se la noile cerințe tehnologice și profesionale. Provocările educației tradiționale pot fi depășite prin adoptarea acestor tehnologii, contribuind astfel la crearea unei educații

mai echitabile. Din acest considerent, educația STEAM devine o punte între teorie și practică, pregătind elevii pentru o societate digitală și interdisciplinară.

Bibliografie

1. ILIEV, Michelle. STEM, STEAM și învățământul profesional tehnic. In: *DOCENDO DISCIMUS (Pro Didactica)*. 2024, p. 15-18: CZU 377.091 Disponibil: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/15-18_24.pdf [accesat 17.10.2024]
2. SOCHIRCĂ, Elena, MAMOT, Vitalie. Abordări interdisciplinare în procesul educațional la geografie. Disponibil: <https://conferinte.stiu.md/sites/default/files/evenimente/vol.%204%20%20Stiintele%20Naturii%20Biblioteca.pdf> [accesat 17.10.2024]
3. ȘIPOȘ, Zsofia. Învățare inteligentă: Abordări STEAM în educație. Disponibil: <https://edu.freepedia.ro/invatare-inteligenta-abordari-steam-in-educatie> [accesat 17.10.2024]

PROIECTAREA CURSULUI INTEGRAT „EDUCAȚIA STEM”**Viorel BOCANCEA**, dr., conf. univ.<https://orcid.org/0000-0002-7055-678X>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”

Rezumat. În lucrare se menționează necesitatea și oportunitatea elaborării și implementării unor cursuri integrate în procesul de învățământ, care să completeze oferta disciplinelor individuale. Cursul „Educația STEM” poate fi axat pe conținuturi comune fizicii, chimiei și biologiei (de exemplu, tipurile de energie și transformarea acestora, formele materiei și interacțiunea acestora etc). Aceste conținuturi sunt actuale, deoarece sunt solicitate la soluționarea problemelor globale ale omenirii (eficiența energetică, agricultura inteligentă, reciclarea deșeurilor, ș.a).

Cuvinte cheie: proiectare, curs integrat, educație STEM.

Abstract. The article mentions the necessity and opportunity of developing and implementing integrated courses in the education process, which complement the offer of individual subjects. The "STEM Education" course can focus on content common to physics, chemistry and biology (eg types of energy and their transformation, forms of matter and their interaction, etc.). These contents are current, because they are required to solve global problems of humanity (energy efficiency, smart agriculture, waste recycling, etc.).

Keywords: design, integrated course, STEM education.

Introducere

Reforma curriculară, ajunsă la etapa implementării celei de-a patra ediții a curricula pentru învățământul general, are printre obiective reactualizarea conținuturilor învățării. În acest context se produce și o reconceptualizare a multor aspecte didactice. Pe lângă diversele procese de umanizare, informatizare, tehnologizare și diferențiere a educației, un rol important revine tendințelor integrative în educația științifică modernă. Acestea se produc la toate treptele de învățământ școlar (primar, gimnazial, liceal). Diverse aspecte ale integrării științelor naturii sunt discutate în publicațiile științifice și metodologice. Până-n prezent au fost publicate lucrări interesante în care se abordează multiple aspecte ale problemei integrării conținuturilor la științele naturii. Cu toate acestea, în urma analizei numeroaselor exemple de integrare a conținuturilor, specifice științelor (Fizica, Chimia, Biologia), constatăm că esența proceselor de integrare în educație, încă nu a fost clarificată definitiv. Menționând, din start, aportul disciplinelor academice individuale (fizica, chimia, biologia, geografia, astronomia) în formarea conceptelor științifice și a concepției științifice despre lume, recunoaștem necesitatea și oportunitatea elaborării și implementării unor cursuri integrate în procesul de învățământ, care să completeze oferta disciplinelor individuale. În același timp, constatăm că cercetările din domeniu, nu au condus la o înțelegere unanimă în evaluarea statutului și rolului cursurilor integrate în procesul de învățământ modern.

Metode și materiale aplicate

Domeniul didacticii care determină scopurile, obiectivele, funcțiile, volumul, structura, conținutul cursurilor integrate, metodele de studiu și formele de organizare ale predării-învățării, modelele de învățare a materiei cursurilor integrate, rolul și semnificația acestora în procesul de învățământ, precum și toate celelalte aspecte legate de funcționarea cursurilor integrate în sistemul de învățământ, se numește *didactica cursurilor integrate* [1].

Acest domeniu se evidențiază printr-o dezvoltare rapidă, comparativ cu alte domenii ale didacticii moderne. Rezultatele cercetărilor științifice și activităților practice privitor la modalitățile de elaborare și implementare a cursurilor integrate se acumulează permanent. Însă, aceste experiențe urmează a fi sistematizate, promovate și aplicate creativ în practică. Numărul mare al lucrărilor dedicate problemelor integrării conținuturilor specifice științelor naturii, necesită delimitarea celor mai generale concepte și modele ale didacticii cursurilor integrate.

Analiza cursurilor integrate, elaborate în Republica Moldova

La etapa învățământului primar și clasa a V-a, a fost elaborat și implementat cursul integrat Științe. Acesta propune „încorporarea diferitor domenii în context didactic pentru formarea și dezvoltarea competențelor, adaptabile și aplicabile realităților timpului: biologie, geografie, fizică, ecologie și protecția mediului ș.a.” [2, pag. 85]. În 2006 a avut loc conceptualizarea și proiectarea disciplinei integrate Științe pentru învățământul gimnazial (teza de doctor, autor Adelhaida Kerekeș [3]). Proiectarea unui curs integrat pentru liceeni, profil umanist, a fost realizată în teza de doctor „Formarea competenței de cunoaștere științifică la liceeni în context inter/transdisciplinar” în 2009 (autor Franțuzan Ludmila) [4]. În aceste cercetări se propunea implicarea elevilor în activități de învățare integrate, care să aducă plus valoare activităților de învățare realizate.

Pentru reconfigurarea procesului de predare-învățare a disciplinelor ariei curriculare Matematică și Științe din perspectiva educației STEM a fost elaborat Modelul transdisciplinar, reprezentat în figura 1 [5]. Realizarea prevederilor acestui model este posibilă prin conceptualizarea și proiectarea unui curs integrat „Educația STEM”. În opinia cercetătorului Sorin Cristea, educația STEM, reprezintă „o direcție necesară în formarea-dezvoltarea elevilor, care vizează stimularea învățării științelor naturii aplicate în tehnologie și inginerie, cu o permanentă argumentare logico-matematică” [6, p. 55]. Prin urmare, un curs integrat, în baza conceptului STEM, va integra cunoștințele de la studiul disciplinelor Fizică, Astronomie, Chimie, Biologie, Geografia fizică cu aplicații practice în tehnologie și inginerie.

Există diferite tipuri de cursuri integrate:

- 1) cursuri care alcătuiesc capitole separate, din diverse domenii (un capitol din chimie, unul din fizică și altul din biologie);
- 2) cursuri concepute în baza unui concept (de exemplu, convertibilitatea materiei și energiei);
- 3) cursuri integrate bazate pe aplicații practice, care necesită achiziții din diverse domenii.

Cursul „Educația STEM” poate fi axat pe conținuturi comune fizicii, chimiei și biologiei (de exemplu, tipurile de energie și transformarea acestora, formele materiei și interacțiunea acestora etc). Aceste conținuturi sunt actuale, deoarece sunt solicitate la soluționarea problemelor globale ale omenirii (eficiența energetică, agricultura inteligentă, reciclarea deșeurilor, ș.a). Studiind aplicațiile practice ale tehnologiilor moderne, utilizate în aceste domenii, acest curs va contribui la realizarea obiectivelor educației STEM.

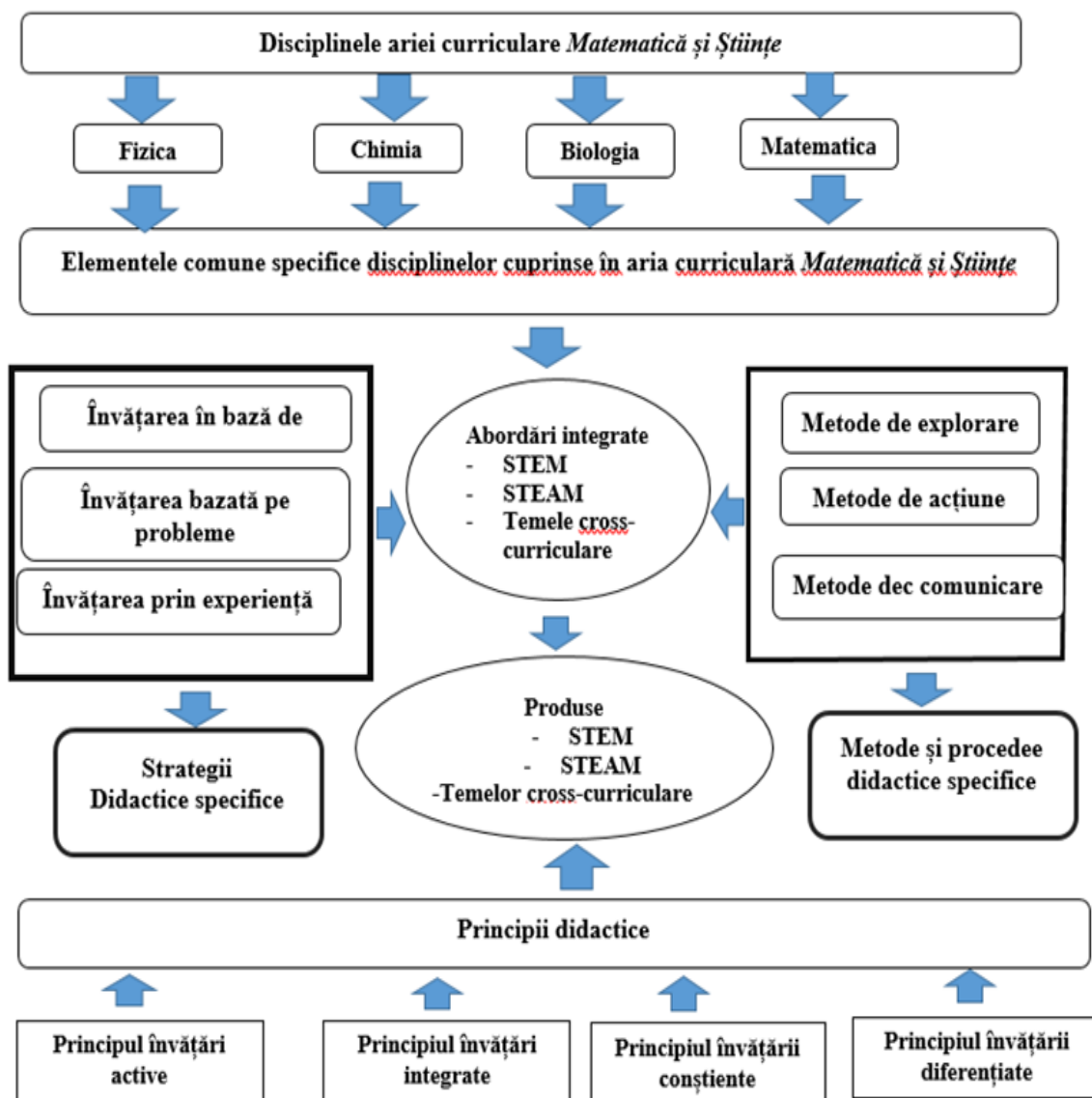


Figura 1. Modelul transdisciplinar al predării-învățării științelor în baza conceptului STEM

Prezintă interes faptul că încercări de a studia, exemple de aplicare a cunoștințelor din domeniul fizicii, chimiei și biologiei în domeniul tehnologiilor și ingineriei au mai existat în anii 80, care s-au soldat cu implementarea „învățământului politehnic” [7, p. 101]. În viziunea autorilor, acest tip de învățământ, avea printre obiective cunoașterea bazelor principalelor ramuri ale producerii, mânuirea celor mai simple mijloace de muncă, dar și formarea gândirii tehnice, ingineresti. Acest tip de gândire are un caracter concret, aplicativ. În practica de atunci s-au implementat disciplinele Tractorul, Mașina, Bazele viticulturii etc. Acestea urmăreau scopul de a acorda elevilor o specialitate în cadrul învățământului general.

Cursurile integrate reflectă în cunoașterea și practica educațională procesele de integrare care au loc în știință. Acestea reprezintă o componentă importantă în asigurarea conexiunilor pluri-, inter- și transdisciplinare. Cursurile integrate sunt concepute în concordanță cu procesele integrative ce au loc la dezvoltarea științelor. Modele de concepere, proiectare și implementare a cursurilor integrate sunt elaborate în didactica cursurilor integrate.

Concluzii

Implementarea principiilor teoretice de bază ale didacticii cursurilor integrate contribuie la soluționarea problemelor de sistematizare, generalizare și aprofundare a cunoștințelor dobândite de elevi la studiul științelor naturii, pe parcursul întregii perioade de studiu în învățământul general. Funcționarea eficientă a cursurilor integrate în învățământul general la științe, permite sistematizarea și generalizarea conceptelor, legilor și teoriilor științifice ale științelor naturii.

Prevederile educației STEM pot fi realizate nu numai la studiul științelor naturii, dar și în cadrul cursurilor integrate, cu statutul de curs opțional. Un astfel de curs integrat „Educația STEM” va avea un caracter aplicativ, deoarece va fi axat pe exemple de aplicare a cunoștințelor din domeniul fizicii, chimiei, geografiei și biologiei în domeniul tehnologiilor și ingineriei.

În prezenta variantă a curricula, obiectivele educației STEM se încearcă a fi realizate doar prin activități recomandate (proiecte STEM/STEAM). Practica a demonstrat că acestea nu sunt suficiente.

Bibliografie

1. ЯВОРУК, А. Теоретико-методические основы построения интегративных курсов в школьном естественно-научном образовании. Дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 : Челябинск, 2000. 332 с.

2. GÎNJU, S. et. al. Ghid de implementare a curriculumului pentru învățământul primar. Chișinău, 2018. [citată 15.10.2024]. Disponibil: https://mecc.gov.md/sites/default/files/ghid_curriculum_primare_rom_5.pdf
3. KEREKEȘ, A. Conceptualizarea și proiectarea disciplinei integrate Științe în învățământul gimnazial. Autoreferatul tezei de doctor în pedagogie. Ch.: IȘE, 2006.
4. FRANȚUZAN, L. Formarea competenței de cunoaștere științifică la liceeni în context inter/transdisciplinar. Autoreferatul tezei de doctor în pedagogie. Ch.: IȘE, 2009.
5. BOCANCEA, V. Reconstrucția învățării prin educația STEM/STEAM. În: *Reconfigurarea procesului de învățare școlară în contextul provocărilor societale*: Monografie colectivă. (FRANȚUZAN, L. coord.) Chișinău: [S. n.], 2023 (CEP UPSC).- pp. 160 -195. ISBN 978-9975-46-860-2.
6. CRISTEA, S. Educația STEM. În: *Didactica Pro...* nr. 1 (119), 2020. Chișinău pp. 54-56. ISSN 1810-6455. Disponibil în IBN: 9 martie 2020. https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/97658 (categoria C).
7. МЕДВЕЦКИЙ, П.И. Проблемное обучение физике. Chișinău: Știința, 1983.

METODE DE REZOLVARE A CIRCUITELOR RAMIFICATE DE CURENT CONTINUU

Leonid GUȚULEAC, dr., conf. univ.

<https://orcid.org/0009-0008-2727-3996>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău

Ina CEBANU, profesoară

Liceul Teoretic „Onisifor Ghibu” din Chișinău

Rezumat. Acest articol include unele rezultatele primite la cercetarea circuitelor ramificate. Au fost soluționate probleme de calcul pentru diferite scheme ale circuitelor. Au fost folosite mai multe metode. A fost elaborată o programă de calcul pentru circuite formate din trei ramuri. Aceste rezultate pot fi folosite la lecțiile practice de fizică.

Cuvinte-cheie: curent electric, circuit electric, sursă de curent, tensiune electrică, ramură, contur.

Abstract. This article includes some results received from branched circuit research. Computational problems have been solved for various circuit schemes. Several methods were used. A calculus syllabus was developed for circuits consisting of three branches. These results can be used in practical physics lessons.

Keywords: electric current, electrical circuit, current source, electrical voltage, branch, contour.

Introducere

Un curent electric este o mișcare ordonată a particulelor electrizate [1, p. 186]. Un circuit electric reprezintă un sistem închis format din diverse componente electrice interconectate, prin care poate circula curentul electric. Principalele elemente ale unui circuit electric includ sursele de curent, consumatorii de energie, conductoarele, rezistențele, dispozitivele de comutare ș.a. Curentul electric este un concept de bază în domeniul electricității și are o importanță crucială în funcționarea diverselor dispozitive și echipamente electrice [2, pp. 12 – 14].

Sarcina electrică transportată prin secțiunea completă a unui conductor într-o unitate de timp se numește *intensitate a curentului electric* [3, p. 117]:

$$J = \frac{dq}{dt} \quad (1).$$

Dacă într-o ramură a unui circuit circulă curent într-un singur sens și intensitatea lui nu variază, atunci el se numește curent continuu. Un curent continuu este descris de legile lui Ohm pentru o porțiune și pentru un circuit simplu:

$$J = \frac{U}{R} \quad J = \frac{\mathcal{E}}{R + r} \quad (2).$$

Pentru descrierea circuitelor ramificate se folosesc regulile lui Kirchhoff.

Regula 1: suma algebrică a curenților care trec printr-un nod este egală cu zero:

$$\sum_k J_k = 0 \quad (3).$$

Regula 2: suma algebrică a căderilor de tensiune din ramurile unui contur închis este egală cu suma algebrică a tensiunilor electromotoare ale surselor incluse în ele:

$$\sum_k J_k R_{tk} = \sum_k \mathcal{E}_k \quad (4).$$

Cu ajutorul acestor reguli se formează un sistem de ecuații, care se rezolvă pentru a determina curenții în ramurile circuitului. În culegerile de probleme sunt și sarcini de calcul a circuitelor ramificate. Rezolvarea problemelor este una dintre cele mai importante activități educative pentru elev în procesul de învățare a fizicii. Pe parcursul acestei activități elevul folosește procese mentale, care îl ajută să treacă de la simpla cunoaștere teoretică a legilor și relațiilor dintre mărimile fizice la o înțelegere mai profundă, reușind să identifice esența acestora. Rezolvarea problemelor de fizică dezvoltă gândirea logică, abilitățile de soluționare a problemelor, aplicarea cunoștințelor în situații practice și contribuie la îmbunătățirea competențelor experimentale și informaționale.

Metode și materiale aplicate

Rezolvarea problemelor de fizică presupune, în general, obținerea unei descrieri atât calitative, cât și cantitative a fenomenului analizat [4, pp. 10 – 11]. Aceasta implică utilizarea unui aparat matematic adecvat, adică construirea unui model matematic pentru fenomenul respectiv.

Pentru rezolvare se pot alege diverse metode în dependență de condițiile și sarcinile problemei [5, pp. 7 – 15]. Problemele despre circuitele ramificate se rezolvă prin diferite metode concrete:

- a) metoda regulilor lui Kirchhoff;
- b) metoda transformărilor echivalente a schemelor;
- c) metoda suprapunerii;
- d) metoda curenților ciclici (de contur);
- e) metoda potențialelor nodurilor;
- f) metoda generatorului echivalent.

Prima metodă este una universală și este folosită mai des. Celelalte metode pot oferi o rezolvare mai simplă pentru anumite circuite. Metoda transformărilor echivalente constă în înlocuirea circuitului dat cu un circuit echivalent simplu prin transformarea treptată a unui circuit echivalent în altul. Metoda suprapunerii folosește faptul, că într-un circuit cu mai multe surse curentul în fiecare ramură este o suma algebrică a curenților produși de fiecare sursă aparte. Metoda curenților ciclici folosește ideea, că prin fiecare contur independent circulă un curent propriu, care este numit curent ciclic. Metoda potențialelor nodurilor se aplică atunci, când ramurile sunt conectate în paralel la două noduri.

Am folosit aceste metode pentru a rezolva un șir de probleme și am alcătuit o programă de calcul în baza metodei lui Kirchhoff pentru circuite formate din trei ramuri. Ea se poate folosi pentru a verifica rezultatele obținute. Am folosit-o și pentru a verifica răspunsurile din culegeri de probleme.

Rezultatele obținute

În continuare am prezentat o problemă rezolvată prin metoda curenților ciclici. Această metodă este utilizată atunci când circuitul are mai multe ramuri.

În cadrul acestei metode, se analizează separat fiecare contur independent, fiecare având un „curent propriu”. Curenții specifici fiecărui contur sunt determinați aplicând a doua lege a lui Kirchhoff. La final, curentul real din fiecare ramură se calculează ca sumă algebrică a curenților specifici care trec prin ea.

Problemă (2.190 [6, p. 109]): Determinați curenții din ramurile circuitului prezentat în figura 1, dacă: $\mathcal{E}_1 = 1,5 \text{ V}$, $\mathcal{E}_2 = 3,7 \text{ V}$, $R_1 = 10 \Omega$, $R_2 = 20 \Omega$, $R_3 = 5 \Omega$. Rezistențele interioare ale surselor de curent se neglijează.

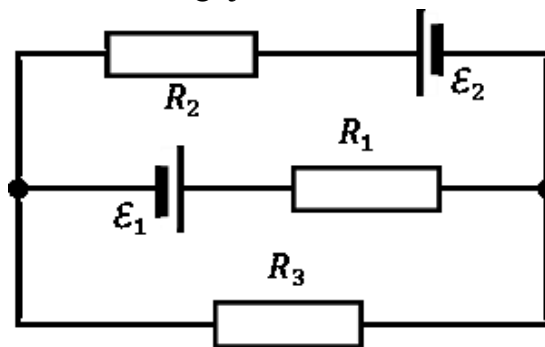


Figura 1. Circuitul electric din problemă

Am ales arbitrar sensurile curenților: toți curenții circulă spre dreapta. Selectăm două contururi independente. În conturul x (de sus) format din ramurile 2 și 1 curentul particular J_x circulă contra acelor de ceasornic. În conturul y (de jos) format din ramurile 1 și 3 curentul particular J_y circulă în sensul acelor de ceasornic. Prin conturul 1 circulă ambii curenți particulari spre dreapta. Prin conturul 2 circulă curentul x spre stânga. Prin conturul 3 circulă curentul y spre stânga. Obținem:

$$J_1 = J_x + J_y, \quad J_3 = -J_y, \quad J_2 = -J_x.$$

Am aplicat regula 2 pentru conturul x parcurs contra acelor ceasornicului:

$$\begin{aligned} J_x R_2 + (J_x + J_y) R_1 &= \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2, & J_x (R_1 + R_2) + J_y R_1 &= \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2, \\ R_1 + R_2 &= R_x, & \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 &= \mathcal{E}_x, & J_x R_x + J_y R_1 &= \mathcal{E}_x, \\ R_x &= 30 \Omega, & \mathcal{E}_x &= 5,2 \text{ V}, & 30 J_x + 10 J_y &= 5,2. \end{aligned}$$

Am notat prin R_x rezistența conturului și prin \mathcal{E}_x TEM rezultantă din el. Pentru comoditate am substituit valorile numerice ale mărimilor cunoscute.

Apoi am lucrat cu celălalt contur, pentru care am folosit în mod asemănător R_y și \mathcal{E}_y și care a fost parcurs după acele ceasornicului. Am obținut:

$$\begin{aligned} J_y R_3 + (J_y + J_x) R_1 &= \mathcal{E}_1, & J_y (R_3 + R_1) + J_x R_1 &= \mathcal{E}_1, \\ R_3 + R_1 &= R_y, & \mathcal{E}_1 &= \mathcal{E}_y, & J_y R_y + J_x R_1 &= \mathcal{E}_y, \\ R_y &= 15 \Omega, & \mathcal{E}_x &= 1,5 V, & 15 J_y + 10 J_x &= 1,5. \end{aligned}$$

Am alcătuit sistemul din 2 ecuații cu două necunoscute, care trebuia de rezolvat. Spre exemplu, se rezolvă astfel:

$$\begin{aligned} \left. \begin{aligned} 30J_x + 10J_y &= 5,2 \\ 15J_y + 10J_x &= 1,5 \end{aligned} \right\} & \left. \begin{aligned} 30J_x + 10J_y &= 5,2 \\ 45J_y + 30J_x &= 4,5 \end{aligned} \right\} & 45J_y - 10J_y &= 4,5 - 5,2 \\ 35J_y &= -0,7 & J_y &= \frac{-0,7}{35} = -0,02 A & 10J_x &= 1,5 - 15J_y, \\ 10J_x &= 1,5 - 15 \cdot (-0,02) = 1,8 & J_x &= \frac{1,8}{10} = 0,18 A. \\ J_1 &= J_x + J_y = 0,18 - 0,02 = 0,16 A, \\ J_3 &= -J_y = 0,02 A, & J_2 &= -J_x = -0,18 A. \end{aligned}$$

	B	C	D	E	F	G	H
5							
6							
7							
8							
9		Ramura	TEM	Rez.int.	Rez.ext.	Rez.tot.	Intensitatea
10			V	Ω	Ω	Ω	A
11		1	1.5	0	10	10	0.16
12		2	-3.7	0	20	20	-0.18
13		3	0	0	5	5	0.02
14							
15							

Figura 2. Fragment al unei foi de calcul pentru problemă

Am obținut curenții în toate ramurile. În circuitul dat în realitate curenții 1 și 3 circulă spre dreapta, iar curentul 2 spre stânga (am obținut valoare negativă). Aceleași răspunsuri sunt indicate și în culegerea de probleme. Am verificat rezultatele obținute cu ajutorul programei de calcul, care ne-a oferit aceleași valori (vezi figura 2). Am abordat problema folosind și alte metode și am constatat, că toate oferă rezultate similare și corecte, și pot fi utilizate atunci când este necesar. În funcție de situație, alegem cea mai potrivită metodă.

Varietatea metodelor de rezolvare a problemelor ne oferă noi oportunități pentru activitatea practică și ne ajută să înțelegem mai profund materialul teoretic, explorând esența proceselor studiate. Aceste metode creează un domeniu larg de aplicare în cadrul activităților de rezolvare a problemelor.

Concluzii

În concluzie, rezolvarea problemelor legate de circuitele ramificate joacă un rol didactic esențial în învățarea și înțelegerea conceptelor de electricitate și teoria circuitelor, contribuind la dezvoltarea multilaterală a elevilor și studenților.

Această activitate poate dezvolta deprinderi de lucru atunci, când se cere de analizat anumite aspecte practice: eficiența circuitelor alese; fiabilitatea și siguranța; economisirea de energie; asigurarea funcționării corecte a echipamentelor; optimizarea cheltuielilor și resurselor; îmbunătățirea performanței circuitului.

Cercetarea circuitelor ramificate are o importanță din punct de vedere didactic: însușirea conceptelor fundamentale din fizică; dezvoltarea gândirii critice și a deprinderilor de rezolvare a problemelor; aplicarea cunoștințelor în practică; dezvoltarea abilităților de colaborare și comunicare la folosirea lucrului în grup; evaluarea cunoștințelor; îmbunătățirea abilităților practice.

Bibliografie

1. DETLAF, A.A., IAVOSKI, B.M. *Curs de fizică*. Chișinău, 1991. 608 p.
2. DUMITRIU, L. *Bazele electrotehnicii*. București, 2008. 282 p.
3. САВЕЛЪЕВ, И.В. *Курс общей физики. Т.2. Электричество и магнетизм*. Санкт-Петербург: Лань, 2021. 352 с.
4. КУЗНЕЦОВ, С.И. *Курс физики с примерами решения задач. Ч.2. Электричество и магнетизм. Колебания и волны*. Санкт-Петербург: Лань, 2015. 416 с.
5. КАЛАШНИКОВ, Н.П. *Общая физика. Сборник заданий и руководство к решению задач*. Санкт-Петербург: Лань-Пресс, 2020. 524 с.
6. ИРОДОВ, И. Е. *Задачи по общей физике*. Санкт-Петербург: Лань, 2016. 416 с.

STUDIAREA RADIOACTIVITĂȚII PRIN REZOLVAREA PROBLEMELOR**Leonid GUȚULEAC**, dr., conf. univ.<https://orcid.org/0009-0008-2727-3996>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău

Zinaida ECHIM, profesoară<https://orcid.org/0009-0008-2116-7172>,

Colegiul de Studii Administrative și Fiscale din Chișinău

Rezumat. Acest raport conține rezultatele primite la studiul radioactivității în cadrul cursului de fizică a nucleului atomic. Această cercetare implică o interacțiune între chimie și fizică. Au fost abordate probleme practice legate de radioactivitate. De asemenea, a fost prezentată o metodă de analiză a graficelor care ilustrează scăderea activității unui preparat radioactiv în timp.

Cuvinte-cheie: nucleu atomic, dezintegrare, radioactivitate, constantă de dezintegrare, curba activității.

Abstract. This report contains the results received in the study of radioactivity in the course of atomic nucleus physics. This research involves an interaction between chemistry and physics. Practical issues related to radioactivity were addressed. A method of analyzing graphs illustrating the decrease in the activity of a radioactive preparation over time was also presented.

Keywords: atomic nucleus, decay, radioactivity, decay constant, activity curve.

Introducere

Interdisciplinaritatea are un rol esențial în predarea fizicii. Legătura dintre fizică și alte științe, cum ar fi matematica, chimia, biologia sau ingineria, asigură o înțelegere mai profundă a conceptelor fizice și arată cum acestea se aplică în diferite domenii. Integrarea acestor domenii poate face fizica mai atractivă și mai ușor de înțeles pentru elevi. O abordare interdisciplinară stimulează gândirea critică și capacitatea de a rezolva probleme.

Există multe exemple de conexiuni între fizică și chimie. În fizică se analizează structura atomică a materiei, incluzând modelele atomice și particulele subatomice, în timp ce chimia se concentrează și ea pe structura atomică și legăturile chimice dintre atomi și molecule. Fizica studiază interacțiunile electromagnetice, forțele și câmpurile electrice și magnetice, care sunt fundamentale pentru înțelegerea legăturilor chimice și a reacțiilor chimice. Sunt și alte exemple de conexiuni între fizică și chimie, care ajută la o înțelegere mai profundă și completă a ambelor domenii de către elevi și studenți.

Unul din subiectele studiate în fizică este radioactivitatea, un fenomen de mare importanță [1, pp. 518 – 519]. Studiul radioactivității ne permite să înțelegem mai bine natura materiei și procesele din univers [2, pp. 122 – 152]. Radioactivitatea are aplicații semnificative în medicină, iar cunoașterea acestui fenomen este esențială pentru dezvoltarea și utilizarea energiei nucleare. Cunoștințele despre radioactivitate sunt vitale și pentru a descoperi și a examina radiațiile ionizante.

Metode și materiale aplicate

Deja de aproape un secol este acceptat modelul nucleului atomic format din protoni și neutroni. Acest model explică structura nucleului și transformările lui. Interacțiunile dintre nucleoni sunt guvernate de forțele nucleare, care asigură coeziunea nucleului atomic și îi conferă stabilitate. Un nucleu este stabil atunci când forțele nucleare reușesc să învingă forțele de respingere electrostatică dintre protoni. În nucleele instabile pot apărea procese de dezintegrare radioactivă pentru a atinge o stare mai stabilă. Modelul proton-neutron a fost crucial pentru progresul fizicii nucleare, facilitând o înțelegere mai profundă a structurii nucleare și a reacțiilor nucleare.

Radioactivitatea este un fenomen de dezintegrare spontană, cu emisie de particule. Pentru ca dezintegrarea să aibă loc este necesar ca masa nucleului radioactiv să depășească masa totală a nucleului nou și a particulelor emise [3, pp. 292 – 300]. Deci, sistemul trece într-o stare energetică mai stabilă. Radioactivitatea poate fi naturală și artificială. Radioactivitatea naturală se referă la dezintegrarea nucleeleor atomice existente în mod natural, iar cea artificială apare la nucleele produse artificial.

Dezintegrarea radioactivă este un proces aleatoriu. Micșorarea numărului de nuclee radioactive cu timpul este descrisă de legea dezintegrării:

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t} \quad (1).$$

Pentru a descrie ritmul dezintegrărilor se introduc noțiunile de timp de înjumătățire T de timp mediu de viață τ al nucleului. Pentru ele se obține:

$$\tau = \frac{1}{\lambda}, \quad T = \frac{\ln 2}{\lambda} \quad (2).$$

Activitatea unui preparat este numărul de dezintegrări dintr-o unitate de timp:

$$A = \lambda \cdot N \quad (3).$$

Legea dezintegrării se poate prezenta grafic. De obicei, cercetarea unui preparat necunoscut începe cu înregistrarea curbei, care descrie micșorarea activității cu timpul.

La lecții radioactivitatea poate fi studiată prin rezolvarea de probleme. Acest gen de activitate ajută la dezvoltarea capacității de a aplica principiile generale ale fizicii în soluționarea unor situații practice și conceptuale relevante [4, pp. 6 – 10], [5, pp. 2 – 11].

Rezultatele obținute

Am rezolvat probleme proprii și din culegeri. În lucrarea dată am expus două probleme.

Problema 1 (35.21 [6, p. 185]): Aria unui ecran fluorescent e de $0,03 \text{ cm}^2$. La distanța de 1 cm de ecran este un preparat de radiu $^{226}_{88}\text{Ra}$ cu o masă de 18 pg . Determinați numărul de scintilații produse într-un minut.

$$S = 0,03 \text{ cm}^2$$

$$l = 1 \text{ cm}$$

$$m = 18 \cdot 10^{-15} \text{ kg}$$

$$T = 1600 \text{ ani}$$

$$t = 60 \text{ s}$$

$$n - ?$$

Rezolvare: Din tabele am selectat valoare lui T și $A = 226$.
Masa unui:

$$m_a = A \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}.$$

Numărul inițial de nuclee radioactive:

$$N_0 = \frac{m}{m_a}, \quad N_0 = \frac{m}{A \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}},$$

$$N_0 = \frac{18 \cdot 10^{-15} \text{ kg}}{226 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}} = 4,8 \cdot 10^{10}.$$

Peste un anumit timp t au rămas N nuclee, iar au dezintegrat:

$$\Delta N = N_0 - N, \quad N = N_0 \cdot e^{-\frac{t \cdot \ln 2}{T}}, \quad \Delta N = N_0 \left(1 - e^{-\frac{t \cdot \ln 2}{T}}\right).$$

Se emit ΔN particule în mod izotrop în limitele unghiului solid complet $\Omega = 4\pi$. Ecranul se vede sub un unghi solid mic $d\Omega$, în care vine doar o parte de particule, care conduc la scintilații. Numărul de scintilații n este proporțional unghiului solid:

$$d\Omega = \frac{S}{l^2}, \quad \frac{n}{\Delta N} = \frac{d\Omega}{\Omega} = \frac{S}{4\pi l^2}, \quad n = N_0 \left(1 - e^{-\frac{t \cdot \ln 2}{T}}\right) \frac{S}{4\pi l^2}.$$

Aceasta este expresia finală pentru calcul:

$$n = 4,8 \cdot 10^{10} \left(1 - \exp\left(-\frac{60 \text{ s} \cdot 0,693}{1600 \cdot 365,25 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s}}\right)\right) \frac{0,03 \text{ cm}^2}{4 \cdot 3,14 \cdot 1 \text{ cm}^2} = 94.$$

Vor avea loc 94 scintilații.

Problema 2. De construit curbele de radioactivitate pentru un șir de izotopi radioactivi dacă se cunosc perioadele de înjumătățire. De determinat timpii medii de viață ai nucleelor radioactive alese.

Rezolvare: Graficele de activitate ale diferitor preparate se pot compara doar dacă ele au perioade de înjumătățire de același ordin. Am format trei grupuri de izotopi introduși în tabelul 1. Coloana a treia conține perioadele T luate din tabele. Am calculat constantele de dezintegrare și timpii medii de viață, care se conțin în coloanele patru și cinci. În baza legii dezintegrării am construit graficele teoretice: numărul relativ în funcție de timp la fiecare grup aparte. Cu ajutorul liniei de reper $\left(\frac{1}{e}, e \approx 2,7183\right)$ am determinat timpul mediu de viață, care este inclus în ultima coloană a tabelului.

Tabelul 1. Caracteristicile izotopilor radioactivi

Nr	Izotopul	T	λ	τ (calculat)	τ (grafic)
1	Te-127	9.3 ore	0.07453 ore^{-1}	13.42 ore	13,4 ore
2	Na-24	14.0 ore	0.04951 ore^{-1}	20.20 ore	20,1 ore
3	Br-82	36.0 ore	0.01925 ore^{-1}	51.94 ore	51,7 ore
4	Ba-140	13.0 zile	$0.05332 \text{ zile}^{-1}$	18.76 zile	18,6 zile
5	Th-234	24.1 zile	$0.00324 \text{ zile}^{-1}$	308.88 zile	34,8 zile
6	Fe-59	44.5 zile	$0.01558 \text{ zile}^{-1}$	64.20 zile	64,1 zile
7	Co-60	5.3 ani	0.13078 ani^{-1}	7.65 ani	7,6 ani
8	H-3	12.3 ani	0.05635 ani^{-1}	17.75 ani	17,7 ani
9	Pb-210	20.4 ani	0.03398 ani^{-1}	29.43 ani	29,5 ani

În figura 1 am prezentat spre exemplu graficele de la ultimul grup de nuclee.

Rezolvarea problemelor de acest tip permite de a dezvolta deprinderi de a prelucra rezultatele experimentale și de a folosi informația din grafice.

Fluxurile de particule emise la dezintegrările nucleare sunt numite radiații ionizante. Particulele sunt emise cu energii mari și, ca rezultat au viteze mari.

Influența radiațiilor ionizante asupra diferitelor materiale este un proces complicat. Absorbția energiei duce la procese de ionizare și excitație a atomilor, atât în organele și țesuturile obiectelor biologice, cât și în alte medii. Aceste procese sunt esențiale pentru înțelegerea efectelor biologice ale radiațiilor. Impactul radiațiilor depinde de energia absorbită, tipul de radiație, volumul de țesut afectat, particularitățile organismului, precum și de tipul de țesut și organe expuse. Pentru a cuantifica efectele radiațiilor, se utilizează noțiunea de doză, exprimată prin valori dozimetrice specifice.

Concluzii

În final se pot face următoarele concluzii despre radioactivitate:

- fenomenul de radioactivitate ne arată, că materia poate suferi transformări esențiale la nivel subatomic, demonstrând complexitatea materiei și a interacțiunilor care o guvernează;

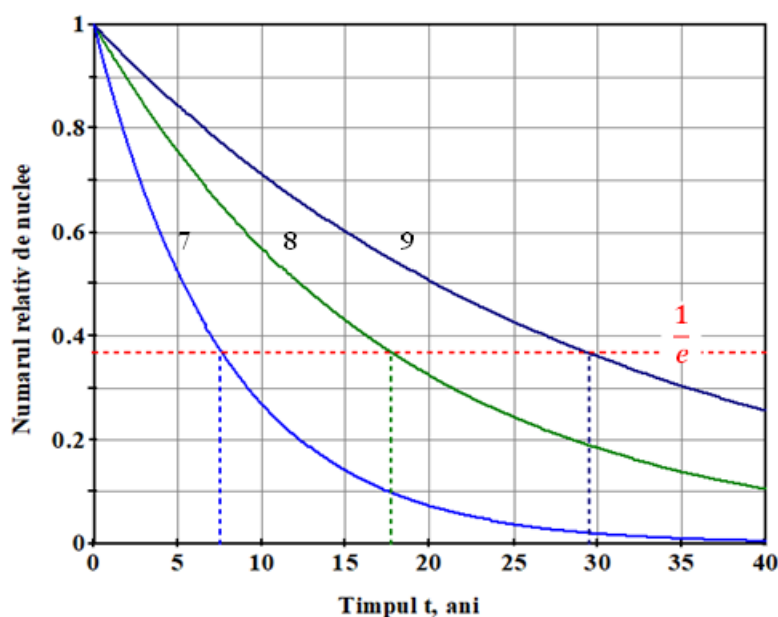


Figura 1. Curbe de radioactivitate pentru trei izotopi radioactivi:

7) Co-60; 8) H-4; 9) Pb-210

- investigațiile din domeniul radioactivității au condus la dezvoltarea unor teorii și tehnologii interesante, precum sunt datarea radioactivă, domeniul de imagistica din medicină, energetica nucleară;

- cercetarea radioactivității pune în evidență importanța protecției la expunerea la radiații pentru a micșora efectele negative asupra sănătății omenirii și a mediului ambiant.

Astfel, studiul radioactivității oferă implicații semnificative în domeniile științei, tehnologiei și sănătății umane.

Bibliografie

1. DETLAF, A.A., IAVOSKI, B.M. *Curs de fizică*. Chișinău, 1991. 608 p.
2. RUSU, A., RUSU, S. *Curs de fizică V. Elemente de fizică modernă*. Chișinău: Tehnica-UTM, 2019. 164 p.
3. САВЕЛЬЕВ, И.В. *Курс общей физики. Т.5. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц*. Санкт-Петербург: Лань, 2021. 384 с.
4. КОНДРАТЬЕВ, А.С. и др. *Методы решения задач по физике*. Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2012. 312 с.
5. БЕЛИКОВ, Б.С. *Решение задач по физике. Общие методы*. Москва: Высшая школа, 1986. 256 с.
6. ЦЕДРИК, М.С. *Сборник задач по курсу общей физики*. Москва: Просвещение, 1989. 271 с.

CÂMPURILE ELECTROSTATICE ALE SISTEMELOR DE SARCINI ELECTRICE REPARTIZATE SIMETRIC

Leonid GUȚULEAC, dr., conf. univ.

<https://orcid.org/0009-0008-2727-3996>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău

Ana ȘERBAN, profesoară

Liceul Teoretic „Mihai Eminescu” din Slobozia Mare, raionul Cahul

Rezumat. În lucrare sunt descrise rezultatele obținute la rezolvarea problemelor despre echilibrul sistemelor de sarcini electrice. S-a abordat o interacțiune dintre electrostatică și mecanică. S-a folosit principiul superpoziției. Au fost generalizate soluțiile pentru sisteme de sarcini similare repartizate simetric pe o circumferință.

Cuvinte-cheie: sarcină electrică, interacțiune, câmp electric, echilibru, superpoziție.

Abstract. The results obtained when solving problems about the balance of electric charge systems are described in the paper. An interaction between electrostatics and mechanics was addressed. The principle of superposition was used. Solutions for systems of similar tasks symmetrically distributed over a circumference have been generalized.

Keywords: electric charge, interaction, electric field, equilibrium, superposition.

Introducere

Fenomenele electrice sunt extrem de fascinante și au o largă aplicabilitate practică [1, pp. 5 – 9]. În zilele noastre, este greu de conceput viața fără numeroasele dispozitive create pe baza principiilor electricității [2, pp. 7 – 10]. Cunoștințele din acest compartiment al fizicii sunt esențiale în domenii precum electroenergetica, transporturile, telecomunicațiile, tehnologiile informaționale, industria, agricultura, educația și altele.

Electrostatica se ocupă cu soluționarea unor probleme specifice legate de câmpurile electrice generate de sisteme de sarcini electrice aflate în stare de repaus [3, p. 15]. Rezolvarea problemelor în cadrul lecțiilor de fizică reprezintă o metodă didactică eficientă, care contribuie la o înțelegere mai profundă a conceptelor teoretice și la dezvoltarea abilităților de aplicare a teoriei în contexte practice. Există multiple strategii și tehnici pentru rezolvarea acestor probleme. Profesorul trebuie să fie bine familiarizat cu aceste metode și capabil să le explice elevilor cum să le folosească în abordarea problemelor specifice.

Câmpul electric, un câmp vectorial, poate fi descris prin forțele electrice pe care le exercită asupra particulelor încărcate aflate în vecinătate. Acest câmp este creat de sarcinile electrice și asigură interacțiunile dintre ele. Când sarcinile implicate sunt fixe, câmpul electric este denumit electrostatic. Un câmp este considerat complet descris dacă se pot determina intensitatea și potențialul său în toate punctele din spațiul ocupat de acesta

[4, pp. 145 – 160]. Intensitatea câmpului electrostatic indică forța exercitată asupra unei sarcini electrice punctiforme unitare plasată în punctul analizat al câmpului:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \quad (1).$$

Intensitatea câmpului unei sarcini punctiforme are modulul:

$$E = k \frac{Q}{\epsilon r^2} \quad (2).$$

Câmpul unui sistem de sarcini punctiforme este determinat de principiul superpoziției:

$$\vec{E} = \sum_{i=1}^n \vec{E}_i \quad (3).$$

Pentru a rezolva problema fundamentală se folosește teorema lui Gauss sau principiul superpoziției.

Metode și materiale aplicate

Rezolvarea problemelor în electrostatică implică mai multe etape și strategii. În primul rând, este important ca elevii și studenții să aibă o înțelegere solidă a conceptelor de bază, cum ar fi legea lui Coulomb, câmpul electric. Apoi, trebuie să identifice informațiile date în problemă și să stabilească clar obiectivul de rezolvat. După aceasta se poate alege o strategie de rezolvare. Realizarea unui desen sau a unei schițe ajută la o mai bună înțelegere a condițiilor problemei. Rezultatul obținut trebuie verificat pentru corectitudine. Practica constantă în rezolvarea problemelor contribuie atât la consolidarea înțelegerii conceptelor fizice, cât și la dezvoltarea abilităților în acest domeniu [5, pp. 4 – 6].

Rezolvarea problemelor reprezintă cel mai eficient criteriu pentru a evalua învățarea materialului studiat și, în același timp, îi ajută pe elevi și studenți să înțeleagă și să rețină legile și formulele fundamentale ale fizicii, pe care ulterior le pot aplica în practică. În procesul de rezolvare a unei sarcini fizice, ei efectuează acțiuni mentale care îl ajută să treacă de la o cunoaștere formală a legilor la o înțelegere profundă a acestora, extrăgând esențialul [6, p. 11].

În problemele alese pentru lucrarea dată la rezolvare am folosit legea lui Coulomb și principiul superpoziției câmpurilor.

Rezultatele obținute

Am rezolvat probleme referitoare la sisteme de sarcini electrice aflate în echilibru. Echilibrul presupune, că suma geometrică a forțelor aplicate fiecărei sarcini trebuie să fie egală cu zero. Evident, că nu orice sistem se poate afla în echilibru. Mai mult, echilibrul se întâlnește foarte rar. Rezolvarea problemelor despre echilibrul sarcinilor ne permite să

stabilim, că echilibrul se atinge doar dacă sarcinile au anumite valori, semne și sunt așezate în anumite puncte ale spațiului. Am început cu problema referitoare la 2 sarcini, apoi 4, apoi 6 ș.a. În continuare este expusă rezolvarea unei probleme de acest fel.

Problema 1: (17.7 [7, pp. 90 – 91]): Șase sarcini punctiforme pozitive de 10 nC sunt fixate în vid în vârfurile unui hexagon regulat. Ce sarcină trebuie așezată în centrul hexagonului pentru ca sistemul obținut să fie în echilibru?

Rezolvare:

Am notat prin Q sarcina suplimentară. Cele șase sarcini pozitive se resping reciproc. Dacă în centru vom pune o anumită sarcină punctiformă negativă, atunci ea va compensa respingerea dintre ele.

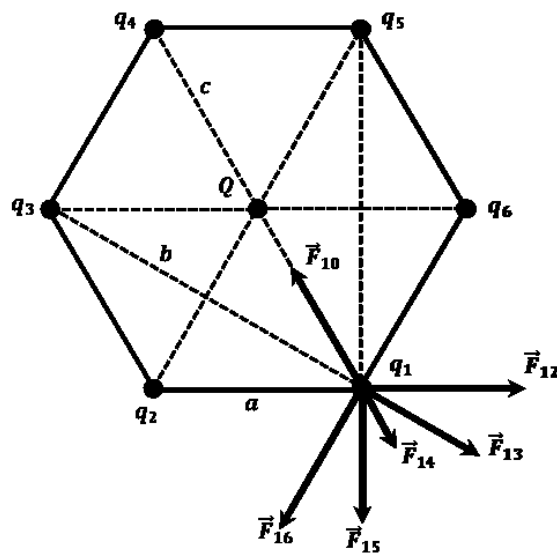


Figura1. Sistemul de sarcini din problema 1

Am examinat prima sarcină. În figura 1 am prezentat forțele care acționează asupra ei. Condiția de echilibru:

$$\vec{F}_{12} + \vec{F}_{13} + \vec{F}_{14} + \vec{F}_{15} + \vec{F}_{16} + \vec{F}_{10} = 0.$$

Am proiectat această expresie cu vectori pe axa, care conține sarcinile q_1 și q_4 :

$$\begin{aligned} F_{12} \cos 60^\circ + F_{13} \cos 30^\circ + F_{14} + F_{15} \cos 30^\circ + F_{16} \cos 60^\circ - F_{10} &= 0, \\ 2F_{12} \cos 60^\circ + 2F_{13} \cos 30^\circ + F_{14} - F_{10} &= 0 \end{aligned} \quad (4).$$

An folosit legea lui Coulomb:

$$F_{12} = k \frac{q_1 q_2}{\epsilon a^2}, \quad F_{13} = k \frac{q_1 q_3}{\epsilon b^2}, \quad F_{14} = k \frac{q_1 q_4}{\epsilon c^2}, \quad F_{10} = k \frac{Q q_4}{\epsilon a^2}.$$

Am exprimat distanțele necesare:

$$\begin{aligned} c &= 2a, & c^2 &= 4a^2, & b^2 &= c^2 - a^2, & b^2 &= 3a^2, \\ F_{12} &= k \frac{q^2}{\epsilon a^2}, & F_{13} &= k \frac{q^2}{3\epsilon a^2}, & F_{14} &= k \frac{q^2}{4\epsilon a^2}, & F_{10} &= k \frac{Qq}{\epsilon a^2}. \end{aligned}$$

Am substituit aceste rezultate și valorile funcțiilor trigonometrice în expresia (4) și am obținut:

$$\begin{aligned} \cos 60^\circ &= \frac{1}{2}, & \cos 30^\circ &= \frac{\sqrt{3}}{2}, \\ 2k \frac{q^2}{\varepsilon a^2} \frac{1}{2} + 2k \frac{q^2}{3\varepsilon a^2} \frac{\sqrt{3}}{2} + k \frac{q^2}{4\varepsilon a^2} - k \frac{Qq}{\varepsilon a^2} &= 0, \\ k \frac{q}{\varepsilon a^2} \left(q + \frac{\sqrt{3}}{3}q + \frac{1}{4}q - Q \right) &= 0, & q + \frac{\sqrt{3}}{3}q + \frac{1}{4}q - Q &= 0, \\ Q &= q \left(1 + \frac{\sqrt{3}}{3} + \frac{1}{4} \right) \end{aligned} \quad (5).$$

Am obținut formula finală și am calculat:

$$Q = 10 \text{ nC} \left(1 + \frac{\sqrt{3}}{3} + \frac{1}{4} \right) = 10 \text{ nC} \cdot 1,827 = 18,27 \text{ nC}.$$

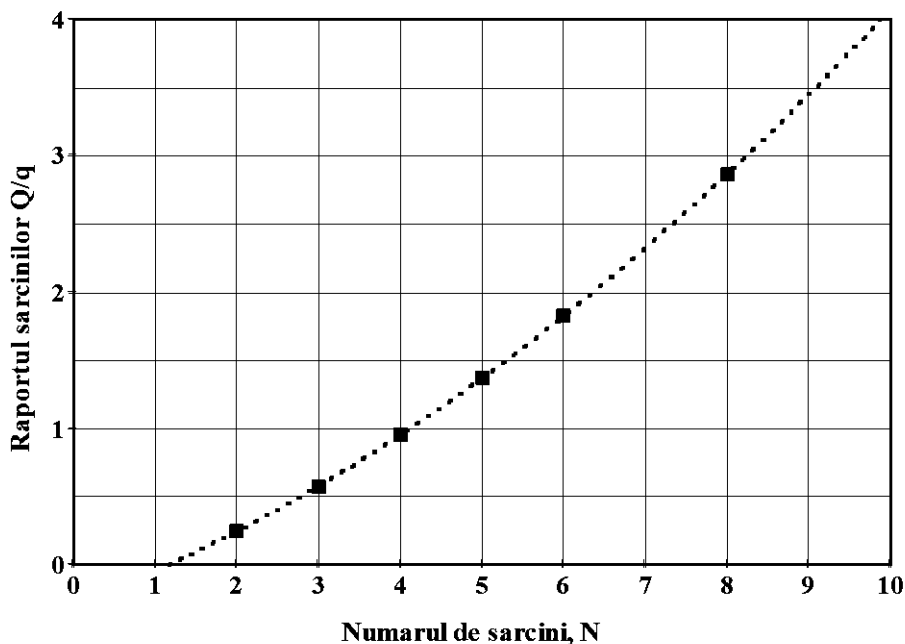


Figura 2. Raportul sarcinilor Q/q în funcție de numărul de sarcini

Pentru raportul sarcinilor Q/q am obținut:

$$\frac{Q}{q} = 1 + \frac{\sqrt{3}}{3} + \frac{1}{4} \approx 1,827.$$

Am analizat rezultatele obținute la alte probleme despre echilibru și am observat, că în fiecare caz raportul sarcinilor Q/q are o valoare, care crește odată cu creșterea numărului de sarcini. Am mai rezolvat suplimentar probleme asemănătoare, cu sarcini similare situate în vârfurile unui triunghi echilateral, unui pentagon, unui octogon ș.a. În figura 2 sunt prezentate prin pătrate valorile acestui raport pentru numere diferite N de sarcini. Linia discretă este graficul unei funcții de aproximare, care corespunde unui polinom de gradul doi:

$$\frac{Q}{q} = 0,021 \cdot N^2 + 0,227 \cdot N - 0,289 \quad (6).$$

Problemele legate de echilibrul sarcinilor implică cunoștințe nu doar din domeniul electrostaticii, ci și din mecanică și geometrie. Soluționarea acestor probleme se bazează pe conexiuni interdisciplinare.

Concluzii

Se pot formula următoarele concluzii finale:

- studierea electrostaticii ajută la dobândirea unei înțelegeri de bază a fenomenelor electrice și la dezvoltarea abilităților tehnice și analitice esențiale;
- rezolvarea problemelor în fizică este crucială pentru formarea unor gânditori critici și creativi, pentru consolidarea cunoștințelor teoretice și pentru dezvoltarea unor abilități valoroase, aplicabile în diverse domenii.

Prin integrarea diverselor activități, lecțiile despre electrostatică devin mai interactive, captivante, practice și relevante, facilitând înțelegerea conceptelor și evidențiind importanța aplicării acestora în viața de zi cu zi.

Bibliografie

1. NICULA, AL. și al. *Electricitate și magnetism*. București, 1982. 402 p.
2. DUMITRIU, L. *Bazele electrotehnicii*. București, 2008. 282 p.
3. SPĂNULESCU, I. *Electricitate și magnetism*. București, 2001. 282 p.
4. DETLAF, A.A., IAVOSKI, B.M. *Curs de fizică*. Chișinău, 1991. 608 p.
5. КОНДРАТЬЕВ, А.С. и др. *Методы решения задач по физике*. Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2012. 312 с.
6. АБРОСИМОВ, Б.Ф. *Физика. Способы и методы решения задач*. Москва: Экзамен, 2006. 287 с.
7. ЦЕДРИК, М.С. *Сборник задач по курсу общей физики*. Москва: Просвещение, 1989. 271 с.

UNELE ASPECTE ALE IMPLEMENTĂRII TRANSDISCIPLINARITĂȚII LA FIZICĂ ÎN CLASA 8-A

Andrei PETRUȘCA, profesor de fizică

<https://orcid.org/0009-0008-8748-9254>

Elena PETRUȘCA, profesor de fizică

<https://orcid.org/0009-0004-6360-5258>

IPLT „Principesa Natalia Dadiani”

Igor POSTOLACHI, dr., conf. univ., UPSC

<https://orcid.org/0000-0002-1752-5386>

Rezumat. În acest articol este descrisă implementarea transdisciplinarității prin intermediul materialelor din Clasa Viitorului, indicând metodele de noi implementate.

Cuvinte cheie: Clasa Viitorului, tranzistor bipolar, tiristor, poartă logică.

Abstract. In this article the implementation of transdisciplinarity is described using the materials from the “Clasa Viitorului”, indicating the new methods that were implemented.

Keywords: Clasa Viitorului, bipolar transistor, thyristor, logic gate.

„Majoritatea profesorilor pierd timpul la întrebări, care le ajută să scoată la evidență ce elevul nu știe, pe când adevărata artă este de a scoate la evidență ce el știe și ce mai poate învăța”.

(Albert Einstein)

Educația din Republica Moldova a intrat într-o nouă etapă de dezvoltare și devine din ce în ce mai intelectuală grație programului național „Clasa Viitorului.

Pentru a putea răspunde provocărilor globale, participanții la procesul educațional trebuie să înțeleagă foarte bine tendințele principale ale dezvoltării sale. Acest lucru este deosebit de important pentru țara noastră. Este necesar să ne concentrăm toată atenția asupra dezvoltării singurei resurse cu adevărat inepuizabile pentru modelarea unui viitor mai bun – potențialul uman .

Astfel deci, laboratoarele de învățare „Clasa Viitorului” oferă o nouă abordare a procesului educațional - STEAM, un concept care oferă metode de predare creative, interdisciplinare și utilizarea maximă a tehnologiei informației. „Clasa Viitorului” - este un proiect de educație digitală, implementat în instituțiile educaționale din Moldova, ce oferă un spațiu de învățare deschis și motivațional, cu abordări interdisciplinare și inovative, prin utilizarea tehnologiilor digitale.

Luând în considerație situația de astăzi din învățământ, noi profesorii, în baza tehnico-materială ce o avem la dispoziție în liceu (deseori și pe baza finanțelor proprii), căutăm noi căi de implementare a inter/trandisciplinarității în procesul de instruire la fizică.

În acest articol vă comunicăm varianta noastră de aplicare a inter/trandisciplinarității cu utilizarea unor materiale din Clasa Viitorului. Făcând cunoștință cu materialele primite

În Clasa Viitorului din liceu am depistat trei seturi identice destinate pentru elevi. În aceste seturi sunt o gamă variată de piese din domeniile Electrotehnicii, Electronicii, Radiotehnicii, care pot fi utilizate la aprofundarea cunoștințelor elevilor din clasa a VIII-a, cu scopul de a extinde aria de studii a elevilor la unitatea de învățare „Curentul electric continuu”. Pe parcursul predării acestui modul la tema “Curentul electric continuu. Intensitatea curentului electric. Ampermetrul” elevilor s-a comunicat despre existența unor substanțe cu proprietăți electrice intermediare între conductoare și izolatoare cu denumirea de semiconductori; ulterior, la această temă sunt alcătuite două circuite electrice simple, care diferă numai prin aceea, că într-un circuit electric este conectat un bec electric cu filament în celălalt o diodă LED. La schimbarea polarității elevii observă că becul luminează în ambele cazuri pe când dioda LED numai într-un singur caz; în ambele circuite electrice au fost utilizate piese din setul „Znatok” , fig. 1 și 2. Pentru a ridica interesul elevilor despre materialele semiconductoare, la următoarea lecție sunt alcătuite două circuite electrice cu diodă LED, într-un circuit electric pentru închiderea și deschiderea circuitului este utilizat întrerupător obișnuit, iar în celălalt circuit electric tranzistor (care funcționează în regim de cheie electronică) și senzor „capacitate electrică”.

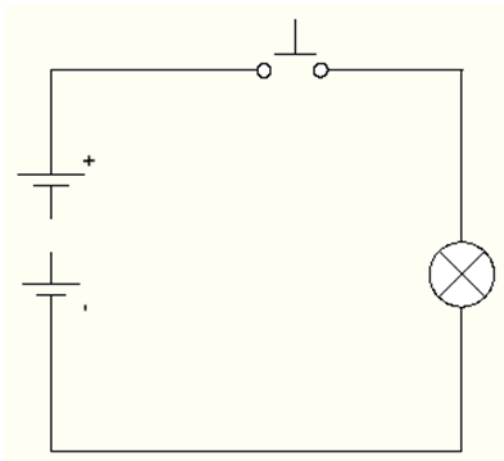


Figura 1. Circuit cu bec

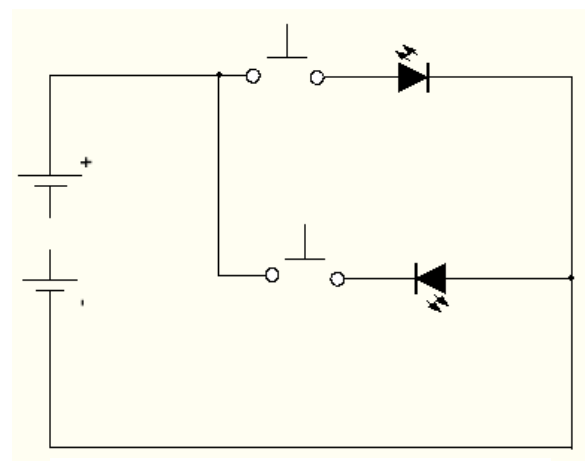


Figura 2. Circuit cu LED

Elevilor din clasele a VIII-a li s-a propus, la dorință, să vină în Clasa Viitorului să-și aprofundeze cunoștințele la unitatea de conținut „Fenomene electromagnetice. Electrocinetica”. Din cei 20 elevi am format 4 grupe. Pe parcursul fiecărei săptămâni, după masă, câte două ore astronomice și simultan două grupe într-o zi, alternând grupele de la o zi la alta sau petrecut aceste lecții în semestrul II timp de două luni. În această perioadă de timp elevii au reușit să realizeze peste 250 de circuite electrice(scheme), ce constituie aproximativ a patra parte din toate circuitele electrice propuse (numărul de circuite propuse este egal cu 979). Deoarece elevii nu cunoșteau principiile de funcționare a unor componente electrice, noi, prin analogie mecanică explicam funcționarea fiecărui element al circuitului electric, semnul convențional, unele proprietăți, destinația, etc.

De exp.: la studiul principiului de funcționare a diodei semiconductoare, noi consideram, că dacă elevul știe că prin diodă curentul electric circulă numai într-un sens (model mecanic: apa turnată la mijlocul unui uluc înclinat curge numai într-un sens). După realizarea circuitelor cu dioda semiconductoare, elevii participanți au avansat în comparație cu ceilalți elevi care nu au participat la aceste ore. Studiul funcționării tranzistorului bipolar, pentru elevi a fost mai dificil. Inițial elevii au fost familiarizați cu joncțiunile $p-n-p$ și $n-p-n$ (Fig. 3), apoi cu denumirile electrozilor tranzistorului. Urmează, familiarizarea elevilor cu semnele convenționale a tranzistorilor de tipurile $p-n-p$ și $n-p-n$ (Fig.3) și se atrage atenția elevilor că sensul „săgeții” emiterului indică sensul curentului electric continuu prin tranzistor. Funcționarea tranzistorului bipolar se explică în baza modelului circulația fumului prin coșul de fum în care este montat o supapă, care dă posibilitatea de a regla masa (sau volumul) de fum ce trece prin coș într-o unitate de timp (debitul de masă sau debitul de volum).

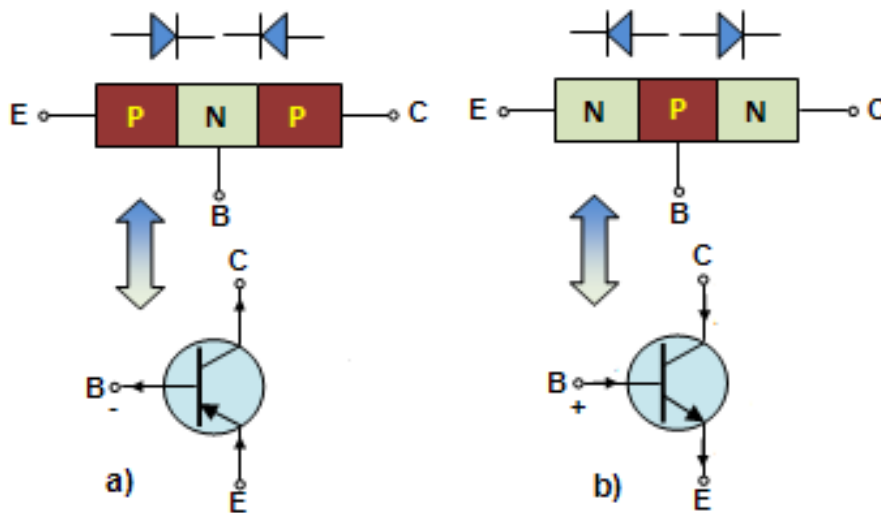


Figura 3. Structura tranzistorului bipolar și reprezentarea lui [1]

Reglarea debitului de masă prin coșul de fum cu ajutorul supapei pentru elev era echivalent cu modificarea tensiunii aplicate la electrozii *bază-emiter* a *tranzistorului*. Menționăm, că acest model nu poate explica din ce cauză intensitățile curenților în circuitele electrice *bază-emiter* și *colector-bază* sunt diferite.

Circuitul cu tranzistor, dioda LED, etc demonstrează elevilor cum funcționează tranzistorul în regim de cheie, consumatorul conectat/deconectat fiind dioda LED. În următorul circuit, realizat de elevi, ei au observat cum cu ajutorul releului electromagnetic se poate conecta sau deconecta un motor electric, adică un consumator de putere mare. În acest circuit elevii au posibilitatea să măsoare intensitatea curentului electric care circulă prin bobina electromagnetului și intensitatea curentului care circulă prin motorul electric, convingându-se, astfel, că intensitatea curentului din motorul electric este mai mare decât prin bobina electromagnetului. Realizând acest circuit electric, elevii au posibilitatea nu

numai să „țină în mână” un relee electromagnetic, dar și să-l conecteze corect în circuitul electric și să cunoască cum funcționează în circuitul electric dotat cu relee electromagnetic.

Pentru a trece la alcătuirea următorului circuit electric elevii sunt familiarizați cu tiristorul, joncțiunile, denumirile electrozilor și semnul convențional în circuitele electrice. Pentru elevi, alcătuirea acestui circuit electric, nu este complicat, profesorul trebuie să monitorizeze foarte atent cum elevii alcătuiesc circuitul (Fig. 4). Acest circuit este constituit din piese, majoritatea din ele sunt cunoscute cu excepția tiristorului, care va înlocui releul electromagnetic pentru a conecta și deconecta motorul electric. Măsurând intensitatea curentului electric din grila tiristorului și intensitatea curentului electric, care circulă prin motorul electric elevii observă prioritatea tiristorului în comparație cu releul electromagnetic. O altă prioritate a tiristorului este, că nu el posedă contacte electrice deschise, care se pot uza cu timpul, datorită unui număr mare de conectări/deconectări și sub acțiunea condițiilor mediului în care funcționează. În timpul funcționării releului electromagnetic contactele care închid și deschid circuitul electric se uzează. Menționăm, că noi, utilizând informații din Internet, demonstrăm elevilor pașaportul tehnic a unui model de relee unde sunt indicate numărul de comutații și intensitatea curentului electric care circulă prin contacte în timpul comutațiilor. Aceste neajunsuri tiristorul nu le posedă.

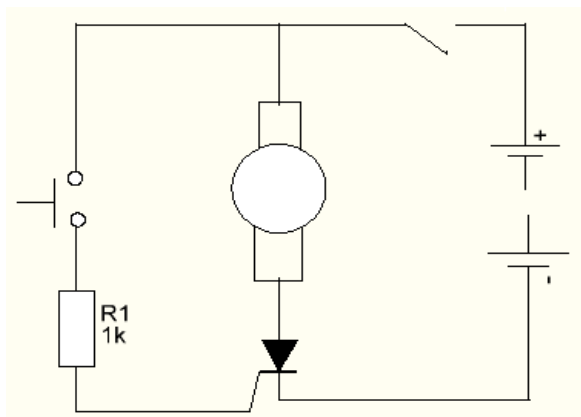


Figura 4. Motor conectat în circuit electric prin intermediul unui tiristor [2]

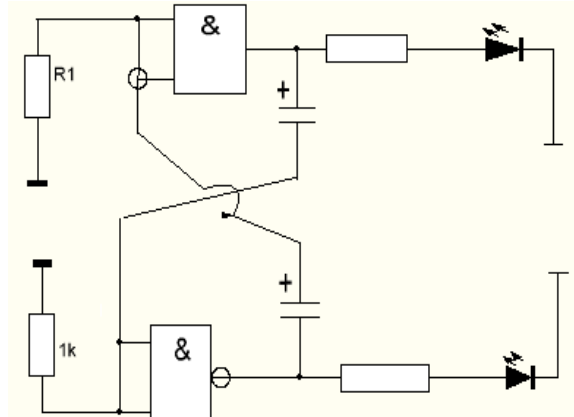


Figura 5. Schema multivibratorului balansat ne bază de norți logice [3]

Activitatea elevilor a urmat cu studiul circuitelor logice. Elevii au fost familiarizați cu schema și principiul de funcționare a multivibratorului balansat pe doi tranzistori în circuitul colector cărora era conectat câte o diodă LED. Modificând valorile rezistoarelor și condensatoarelor din bazele tranzistorilor, elevii observau modificarea frecvenței de conexiune/deconexiune consecutivă a diodelor LED conectate în circuitul colector a acestor tranzistori. Apoi elevii au alcătuit schema circuitului multivibratorului balansat pe baza unui circuit logic integrat de tipul ȘI-NU (Fig. 5). Elevii au observat simultan prioritatea utilizării circuitului logic integrat: dimensiuni mai mici, mai puține piese, schema circuitului electric este mult mai simplă, este mai ușor de alcătuit și necesită un

interval timp mult mai scurt. Pentru modificarea frecvenței de conexiune/deconexiune a diodelor LED elevii au observat, că se procedează ca și în cazul multivibratorului cu tranzistori.

Elevii au alcătuit circuite electrice utilizând circuite integrate analogice, ca exemplu: amplificator de tensiune pentru microfon, amplificator de frecvență joasă pentru un difuzor de putere mică, aparat de radio pe circuit integrat analogic pe diapazonul de unde electromagnetice ultrascurte (am înțeles că aceasta cel mai mult le-a plăcut). În realizarea circuitelor descrise în acest articol au fost folosite componente numai din setul „ZNATOC”, disponibil în Clasa Viitorului. Majoritatea circuitelor propuse sunt reușite și pot fi alcătuite elevi. Profesorii care vor să se ocupe cu elevii este necesar să posede cunoștințe la nivel mediu din domeniile electronicii, radiotehnicii, electrotehnicii etc.

Concluzii

În liceele în care este utilajul și materialele cu care sunt dotate „Clasa Viitorului”, pentru implementarea transdisciplinarității profesorii pot utiliza cu succes setul „ZNATOC”. Pentru a utiliza acest set, profesorii, preventiv singuri trebuie să studieze setul și să realizeze circuitele electrice propuse. Dacă cadrele didactice posedă cunoștințe din domeniile electrotehnicii, electronicii, radiotehnicii etc numai la nivelul predării în curricula școlară, ei vor fi nevoiți să se autoinstruiască.

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale din perspectiva conceptului STEAM și Inteligenței Artificiale”, codul 040101, din cadrul Programului instituțional de cercetare (2024-2027), aprobat prin Ordin MEC nr. 102 din 01.02.2024

Bibliografie

1. https://www.tehnum-azi.ro/articles_tehnum/notiuni-teoretice-din-electronica/tranzistorul_bipolar/
2. ФИШЕР, Дж., ГЕТЛАНД, Х. Б. *Электроника от теории к практике*. Москва 1980. 400 p.
3. ТРОФИМЕНКО, И. Т. СИДЛЕЦКАЯ, Н. С. *Практикум по радиоэлектронике*. Учебное пособие. Москва. 1997. 170 p. Disponibil: <https://chembaby.ru/wp-content/uploads/2017/11/И.Т.-Трофименко-Е.В.-Лебедева-Н.С.-Седлецкая-Практикум-по-радиоэлектронике.pdf>

APLICAREA METODEI GRAFICE LA REZOLVAREA UNOR PROBLEME DIN COMPARTIMENTUL *MECANICA*

Mihail POPA, doctor în științe fizico-matematice, conferențiar universitar

<https://orcid.org/0000-0001-8282-8490>

Universitatea Tehnică a Moldovei

Rezumat. Articolul respectiv își propune scopul să prezinte utilizarea reușită a graficelor pentru rezolvarea diferitor tipuri de probleme fizice.

Cuvinte cheie: grafice, probleme, viteză, distanță, suprafață.

Abstract. That article aims to present the successful use of graphs for solving different types of physical problems.

Keywords: graphics, problems, speed, distance, area.

Introducere

Reprezentarea grafică a unui fenomen fizic deseori îl face mult mai ilustrativ și astfel simplifică analiza fenomenului respectiv. Deoarece graficele simplifică mult calculele, ele se întâlnesc foarte des în practică, pentru rezolvarea diferitor probleme tehnico-științifice și de gospodărire publică.

Competența de a construi și a citi grafice este astăzi o necesitate a multor specialiști. Articolul respectiv își propune scopul să prezinte utilizarea reușită a graficelor pentru rezolvarea diferitor tipuri de probleme fizice.

Voi veni în acest scop cu următoarele argumente:

I. *Frumos și simplu se rezolvă grafic problemele din Cinematică*

Problema 1. *Ecuatiile mișcării a două corpuri sunt $x_1 = 20t$, $x_2 = 250 - 5t$. Să se determine:*

- a) *locul și timpul întâlnirii;*
- b) *unde se afla al II-lea corp, atunci când primul a parcurs primii 100 m de drum?*
- c) *la ce moment de timp distanța dintre corpuri a devenit egală cu 125 m? Corpurile au început mișcarea în același moment de timp.*

Rezolvare:

- a) Construim în același sistem de coordonare graficele dependenței coordonatei x de timpul t pentru ambele corpuri (Fig. 1). Ordonata și

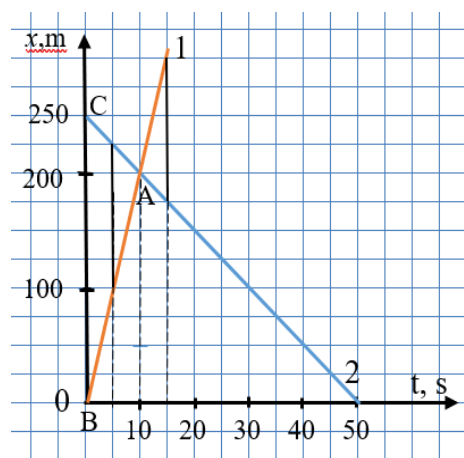


Figura 1.

abscisa punctului de intersecție a graficelor reprezintă locul și timpul întâlnirii: $x_0 = 200 \text{ m}$, $t_0 = 10 \text{ s}$.

- b) Cu ajutorul primului grafic aflăm momentul de timp, în care primul corp a parcurs primii 100 m: $t_1 = 5 \text{ s}$. Acum, cunoscând acest timp, după graficul al doilea determinăm coordonata corpului al doilea $x_2 = 225 \text{ m}$
- c) Distanța dintre corpuri la momentul inițial era de 250 m. Rezultă că distanța de 125 m este lungimea linii medii în triunghiul ABC și momentul de timp căutat $t' = 5 \text{ s}$. Din simetrie se vede că aceeași distanță dintre corpuri va fi și peste $t'' = 15 \text{ s}$ de la începutul mișcării.

Problema 2. Determinați timpul și locul ciocnirii particulelor, ce se mișcă pe o linie dreaptă. Viteza inițială a primei particule este v_{01} , iar accelerația a_1 , viteza inițială a celei de-a II-a particule este v_{02} și accelerația a_2 . La momentul inițial $t_0 = 0$ ambele particule au aceeași coordonată $x_0 = 0$, $v_{02} > v_{01}$, $a_2 < a_1$.

Rezolvare:

Construim în același sistem de coordonate graficele dependenței vitezelor de timp (Fig. 2). La momentul ciocnirii ambele corpuri au parcurs distanțe egale, de aceea condiția de ciocnire a particulelor este egalitatea ariei suprafețelor A_{tr1} și A_{tr2} , hașurate sub graficele dependenței vitezei v de timpul t :

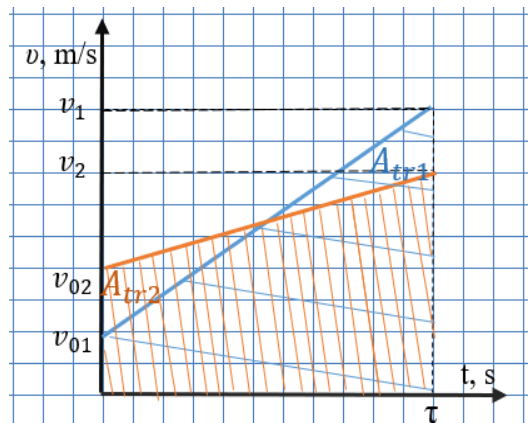


Figura 2.

de unde rezultă că:

$$S_1 = A_{tr1} = \frac{v_{01} + v_1}{2} \tau = \frac{v_{01} + v_{01} + a_1 \tau}{2} \tau$$

sau

$$S_1 = \frac{2v_{01} + a_1 \tau}{2} \tau. \quad (2.1)$$

În mod analog,

$$S_2 = A_{tr2} = \frac{2v_{02} + a_2 \tau}{2} \tau. \quad (2.2)$$

Ținând cont de faptul că $S_1 = S_2$, obținem:

$$\frac{2v_{01} + a_1 \tau}{2} \tau = \frac{2v_{02} + a_2 \tau}{2} \tau \Rightarrow 2(v_{01} - v_{02}) = (a_2 - a_1) \tau$$

de unde rezultă că:

$$\tau = \frac{2(v_{02} - v_{01})}{(a_1 - a_2)}. \quad (2.3)$$

Substituind relația (2.3) în (2.1):

$$S_1 = S_2 = v_{02} \tau + \frac{1}{2} a_2 \tau^2 = \frac{2v_{02}(v_{01} - v_{02})}{(a_2 - a_1)} + \frac{2a_2(v_{01} - v_{02})^2}{(a_2 - a_1)^2}$$

de unde rezultă:

$$S_1 = S_2 = \frac{2(v_{02} - v_{01})(v_{02}a_1 - v_{01}a_2)}{(a_1 - a_2)^2}. \quad (2.4)$$

Aplicații numerice: $v_{01} = 10 \frac{m}{s}$; $v_{02} = 30 \frac{m}{s}$; $a_1 = 20 \text{ m/s}^2$; $a_2 = 15 \text{ m/s}^2$.

Prin calcule obținem $\tau = 8s$, $S_1 = S_2 = 160m$.

Problema 3. Călătorul, care a întârziat la tren, a observat că penultimul vagon a trecut pe lângă el în timpul $t_1 = 10s$, iar ultimul – în timpul $t_2 = 8s$. Considerând mișcarea trenului uniform accelerată determinați timpul de întârziere a calatorului.

Rezolvare:

Construim graficul dependenței vitezei v de timpul t (Fig. 3). Notăm lungimea vagonului prin l și astfel, distanțele parcurse $S_1 = S_2 = l$.

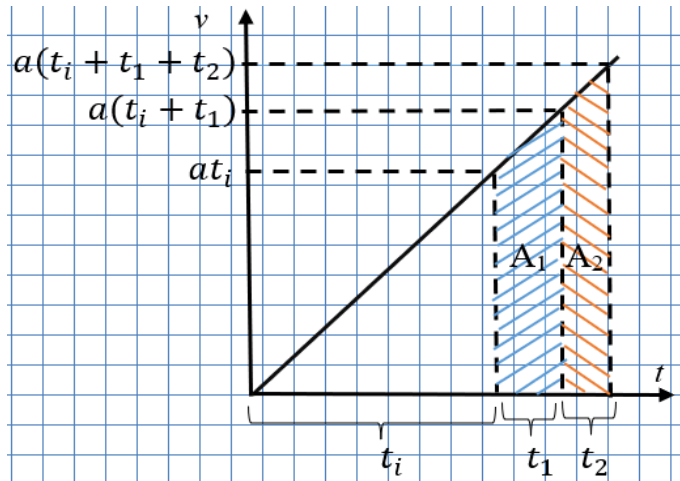


Figura 3.

Exprimăm aceste distanțe prin aria trapezului A_1 , A_2 , unde t_1 și t_2 sunt, respectiv, timpii de mișcare pe lângă călător a ultimului și penultimului vagon.

$$S_1 = A_1 = \frac{v_1 + v_2}{2} t_1 = \frac{at_i + a(t_i + t_1)}{2} t_1. \quad (3.1)$$

$$S_2 = A_2 = \frac{v_2 + v_3}{2} t_2 = \frac{a(t_i + t_1) + a(t_i + t_1 + t_2)}{2} t_2. \quad (3.2)$$

Egalăm părțile drepte ale relațiilor (3.1) și (3.2)

$$\frac{at_i + a(t_i + t_1)}{2} t_1 = \frac{a(t_i + t_1) + a(t_i + t_1 + t_2)}{2} t_2$$

și după mai multe transformări, obținem:

$$t_i = \frac{t_2^2 + 2t_1t_2 - t_1^2}{2(t_1 - t_2)}. \quad (3.3)$$

Înlocuind datele și făcând calculele obținem: $t_i = 31 \text{ s}$.

II. Utilizarea suprafeței de sub graficul figurii simplifica mult determinarea mărimilor fizice

Problema 4. O sanie lungă, ce alunecă pe o gheață foarte netedă, ajunge pe asfalt și se oprește, parcurgând pe aceasta o distanță mai mică decât jumătate din lungimea saniei. După aceasta, saniei i se comunică o viteză egală cu viteza inițială și peste puțin timp sania iarăși frânează și se oprește. Cum se raportează distanțele de frânare în acest caz?

Rezolvare:

Forța de frecare de alunecare F_{fr} depinde în acest caz de distanța de frânare x a porțiunii de pe asfalt:

$$F_{fr} = \mu mg \frac{x}{l}, \tag{4.1}$$

unde μ este coeficientul de frecare, m - masa saniei, l - lungimea saniei, $x < l$.

Graficul dependenței F_{fr} de distanța x permite de a determina lucrul forței de frecare ca aria figurii de sub graficul forței de frecare (Fig. 4):

$$L_1 = \frac{1}{2} F_{fr1} \cdot x_1 = \frac{1}{2} \mu mg \frac{x_1}{l} \cdot x_1 = \frac{\mu mg x_1^2}{2l}. \tag{4.2}$$

$$L_2 = \frac{\mu mg x_1 + \mu mg x_2}{2l} (x_2 - x_1). \tag{4.3}$$

Energiile cinetice inițiale ale saniei în ambele cazuri sunt egale între ele și în același timp sunt egale cu lucrurile de învingere a forței de frecare ($L_1 = L_2$):

$$\frac{\mu mg x_1^2}{2l} = \frac{\mu mg x_1 + \mu mg x_2}{2l} (x_2 - x_1)$$

și după mai multe transformări, obținem raportul distanțelor de frânare:

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{x_1}{x_2 - x_1} = \frac{1}{\sqrt{2} - 1}. \tag{4.4}$$

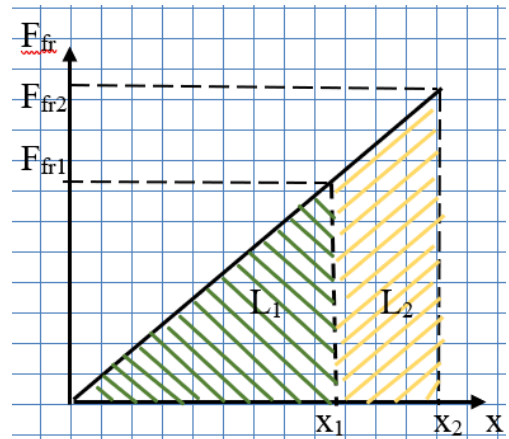


Figura 4.

III. Utilizarea mediei aritmetice în problemele cu mărimi variabile

Problema 5. *Asupra unui corp de masă M , aflat în repaus zboară cu viteza v_0 un corp de masă m . Forța, ce apare la interacțiune, inițial crește de la valoarea 0 până la F_0 în intervalul de timp τ , apoi descrește liniar până la zero în același interval de timp τ . Determinați vitezele corpurilor după ciocnire, considerând ciocnirea centrală.*

Rezolvare:

Reprezentăm graficul dependenței forței de interacțiune F de timpul t și modificăm forța variabilă $F(t)$ cu o forță activă constantă F_{med} (Fig. 5). Deoarece rezultatul acțiunii forțelor reprezintă variația impulsurilor corpurilor ce interacționează, impulsurile ambelor forțe trebuie să fie egale.

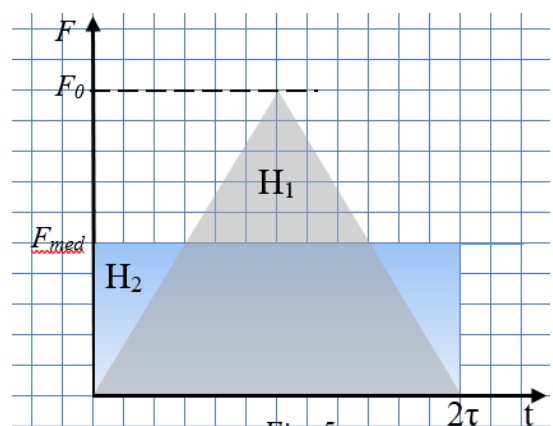


Figura 5.

Impulsul forței este egal cu aria figurii de sub graficul respectiv, de aceea:

$$H_1 = \frac{1}{2} F_0 \cdot 2\tau = F_0 \cdot \tau, \tag{5.1}$$

$$H_2 = F_{med} \cdot 2\tau. \quad (5.2)$$

Scriind egalitatea ariilor suprafețelor H_1 și H_2 și determinăm forța F_{med} :

$$F_0 \cdot \tau = F_{med} \cdot 2\tau \Rightarrow F_{med} = \frac{F_0}{2}. \quad (5.3)$$

Apoi scriem pentru fiecare dintre corpurile care se ciocnesc legea a II-a a lui Newton și determinăm variațiile respective ale vitezelor corpurilor.

$$m(v_1 - v_0) = 2F_{med}\tau, \quad Mv_2 = 2F_{med}\tau, \quad (5.4)$$

de unde, obținem

$$v_1 = v_0 - 2F_{med} \frac{\tau}{m} = v_0 - F_0 \frac{\tau}{m}, \quad (5.5)$$

$$v_2 = \frac{F_0\tau}{M}, \quad (5.6)$$

IV. Graficele ne ajută să interpretăm dependențele funcționale dintre mărimile fizice

Problema 6. De o tijă ce se rotește vertical este prins un fir de ață de lungime l (Fig. 6). La celălalt capăt al firului este agățat o bilă metalică. Cum depinde distanța r dintre bilă și tijă de viteza unghiulară de rotație ω , considerată constantă în timpul rotației?

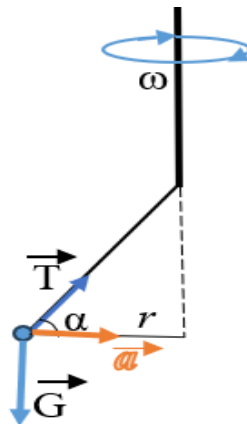


Figura 6.

Rezolvare:

Facem desenul și reprezentăm forțele care acționează asupra bilei metalice (Fig. 6). Scriem principiul acțiunii și reacțiunii în formă vectorială:

$$\vec{T} + \vec{G} = m\vec{a}. \quad (6.1)$$

Facem proiecțiile forțelor pe axele de coordonate și obținem:

$$\begin{cases} OX: T \cos \alpha = ma, \\ OY: T \sin \alpha = mg. \end{cases} \quad (6.2)$$

$$(6.3)$$

Raportăm, parte cu parte, relația (6.2) la (6.3) și obținem:

$$ctg \alpha = \frac{a}{g} = \frac{\omega^2 r}{g}. \quad (6.4)$$

Pe de altă parte, din desen se vede, că

$$\operatorname{ctg} \alpha = \frac{r}{\sqrt{l^2 - r^2}}. \quad (6.5)$$

Egalând relațiile (6.4) și (6.5) obținem:

$$\frac{\omega^2}{g} = \frac{1}{\sqrt{l^2 - r^2}} \Rightarrow \sqrt{l^2 - r^2} = \frac{g}{\omega^2} \Rightarrow l^2 - r^2 = \frac{g^2}{\omega^4}$$

de unde, observăm că

$$r = \sqrt{l^2 - \frac{g^2}{\omega^4}}. \quad (6.6).$$

Reprezentăm grafic dependența vitezei unghiulare de rotație r de viteza unghiulară de rotație ω (Fig.7).

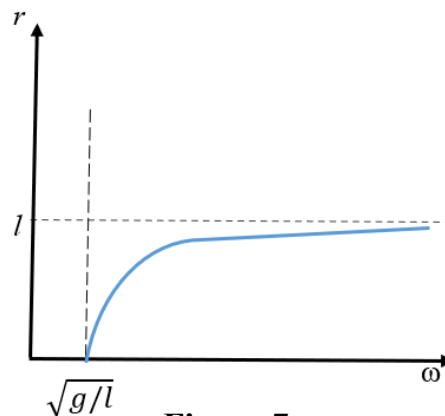


Figura 7.

Din grafic observăm că pentru $\omega \leq \sqrt{\frac{g}{l}}$ bila metalică nu se mișcă pe circumferință, iar pentru creșterea infinită a vitezei unghiulare ($\omega \rightarrow \infty$) distanța r se apropie de valoarea lungimii firului l .

Probleme propuse:

1. Legătura poștală dintre porturile M și K ale unui râu se realizează cu ajutorul a două bărci cu motor. La ora stabilită bărcile încep mișcarea de pe ambele maluri, apoi se întâlnesc și schimbă poșta, după care se întorc în porturile lor. Bărcile încep mișcarea în același moment de timp, însă barca ieșită din portul M cheltuie pentru drumul tur-retur $3h$, iar barca din portul $K - 1,5h$. Vitezele față de apă ale ambelor bărci se consideră egale. Determinați, cu cât mai târziu trebuie să pornească barca din portul K , pentru ca ambele bărci să se afle în mișcare același interval de timp.
2. Patinatorul parcurge distanța l cu viteza constantă, apoi frânează cu accelerație constantă a . Pentru ce valoare a vitezei timpul de mișcare până la oprire va fi minim?
3. Adâncimea de pătrundere a particulelor de masă m în regiune de acțiune a forței de frânare este direct proporțională cu impulsul particulelor: $l = \alpha P$. Determinați dependența forței de frânare de adâncimea de pătrundere.

4. Într-un vas cilindric lung se află o substanță, densitatea căruia crește cu înălțimea după legea $\rho \sim x^2$. Cum se raportează lungimea porțiunilor din vas, care posedă aceeași masă? Pereții vasului se consideră imponderabili.

Concluzii

1. Unele probleme de fizică pot fi rezolvate și prin metoda grafică. Uneori, reprezentarea grafică a fenomenului fizic îl face mai vizual și mai ușor de înțeles de către elevi și studenți.
2. De regulă, metoda grafică permite să simplificăm semnificativ calculele matematice, să exprimăm mai clar dependențele funcționale dintre mărimile ce caracterizează fenomenele fizice: la studierea diferitor tipuri de mișcări mecanice, a legilor gazelor în fizica moleculară și a proceselor termodinamice.
3. Aplicarea metodei grafice ne permite să demonstrăm utilizarea directă a cunoștințelor despre grafice din cursul de matematică pentru rezolvarea problemelor practice. De exemplu, metoda grafică permite de a determina mărimi fizice din curs de fizică care nu pot fi calculate analitic: lucru forței variabile, drumul parcurs și deplasarea în cazul mișcării variabile etc.

Bibliografie

1. MARINCIUC, M., RUSU Sp. *Fizică, manual pentru clasa a 10-a, Profil real. Profil umanist*. Chișinău: Știința, 2012.
2. MARINCIUC, M., et. al, *Fizică. Culegere de probleme pentru clasa a 10-12*. Chișinău: Lyceum, 2012.
3. HRISTEV, A. et. al. *Probleme de fizică pentru clasele IX-X*. Chișinău: Lumina, 1996.
4. RÎMKIEVICI, A. *Culegere de probleme de fizică pentru clasele IX-XI*. Chișinău: Lumina, 1992.
5. БОДИК, В.А., СТРЕШИНСКИЙ, И. Я. О графическом способе решения физических задач. În: *Квант*, 1987. nr. 4, pp. 49-51.
6. ГЕЛЬФГАТ, И.М., ГЕНДЕНШТЕЙН, Л.Э., КИРИК, Л.А. 1001 задача по физике с ответами, указаниями, решениями. 5-е изд. Москва: ИЛЕКСА, 2001г. 352 с.

ASPECTE ALE CORELĂRII CURRICULARE FIZICĂ-INFORMATICĂ**Igor POSTOLACHI, dr., conf. univ., UPSC**<https://orcid.org/0000-0002-1752-5386>**Valentina POSTOLACHI, dr., conf. univ., UPSC**<https://orcid.org/0000-0002-1977-647X>**Nicolae BALMUȘ, dr., conf. univ., UPSC**<https://orcid.org/0000-0002-0491-2918>

Rezumat. În lucrare sunt prezentate unele aspecte ale corelării curriculare fizică-informatică pentru învățământul preuniversitar. Analiza curriculă permite corelarea unităților de conținut de la disciplina fizica cu cele de la disciplina informatică. Utilizarea tehnologiilor informaționale care sunt studiate de elevi în cadrul disciplinei informatica sunt benefice la demonstrarea experimentului fizic, la realizarea lucrărilor de laborator și la perfectarea rezultatelor experimentale la fizică

Cuvinte cheie: corelare curriculară, fizică-informatică, TIC.

Abstract. The paper presents some aspects of the physics-informatics curriculum correlation for pre-university education. Curriculum analysis allows the correlation of content units from the physical discipline with those from the computer discipline. The use of information technologies that are studied by students in the field of informatics are beneficial for demonstrating the physical experiment, for carrying out laboratory work and for perfecting the experimental results in physics

Keywords: curricular correlation, physics-informatics, ICT.

Introducere

În prezent, poate că nu este nevoie să marcăm importanța conexiunilor interdisciplinare în procesul de predare. Aceste conexiuni contribuie la formarea mai bună a unor concepte în cadrul disciplinelor și unităților de învățare, așa-numitele concepte interdisciplinare, adică acelea care nu pot fi înțelese pe deplin de către elevi la lecțiile oricărei discipline. Etapa actuală de dezvoltare a științei se caracterizează prin interpătrunderea științelor unele în altele.

Conexiunile interdisciplinare în învățământul școlar sunt o expresie concretă a proceselor de integrare, care au loc astăzi în știință și în viața societății. Aceste conexiuni joacă un rol important în creșterea nivelului de pregătire practică și științifico-teoretică a elevilor, o trăsătură esențială a cărei reprezintă stăpânirea de către școlari a caracterului generalizat al activității cognitive.

Implementarea conexiunilor interdisciplinare ajută elevii să dezvolte o înțelegere holistică a fenomenelor și proceselor naturale și a relației dintre ele și, prin urmare, face cunoștințele mai semnificative și aplicabile.

Conexiunile interdisciplinare îi ajută pe elevi să folosească cunoștințele și abilitățile pe care le-au dobândit anterior atunci când studiază alte discipline și oferă posibilitatea de

a le aplica în situații specifice, atunci când iau în considerare probleme particulare, atât în activități academice, cât și extracurriculare, iar pentru viitor în activitatea de producere, științifică și socială. În cadrul abordării conexiunile interdisciplinare, este necesar să se ia ca bază obiectul procesului de învățare, elevul a cărui pregătire și educație sunt dirijate de influențele pedagogice ale profesorilor. Pe baza acestor prevederi, putem distinge aproximativ următoarele tipuri de conexiuni interdisciplinare:

- în funcție de conținutul materialului educațional studiat;
- în funcție de aptitudinilor dezvoltate;
- în funcție de metodele și mijloacele de predare.

Printre abilitățile interdisciplinare ale unui elev se numără capacitatea de a recunoaște și de a construi algoritmi în viața și activitățile educaționale, de a le scrie în limbaj obișnuit, folosind tabele, formule, organigrame, într-un limbaj algoritmic pentru execuția de către un program de pe calculator.

Dezvoltarea tehnologiilor informaționale, înțelese ca un ansamblu de metode și mijloace tehnice utilizate pentru colectarea, stocarea, procesarea, transmiterea și prezentarea informațiilor, a permis specialiștilor din diverse domenii să utilizeze computerul ca instrument de automatizare a activității mentale.

În procesul educațional modern la fizică, se acordă multă atenție formării cunoștințelor elevilor despre principiile și teoriile generale ale fizicii, legile fizice de bază și capacitatea de a aplica aceste cunoștințe pentru a explica în mod independent anumite procese, fenomene și aplicații tehnice a fizicii. Una dintre aplicațiile tehnice ale fizicii este tocmai folosirea unui calculator pentru asimilarea cât mai completă și bogată a materiei prevăzute de programul școlar.

Legătura dintre fizică și informatică este bidirecțională. Pe de o parte, folosind instrumente din tehnologia informației, cum ar fi trasarea dependențelor grafice, crearea de foi de calcul, programe de vizualizare, Internet, putem rezolva probleme fizice, simula procese fizice, demonstra diferite fenomene, realiza lucrări practice și de laborator.

Pe de altă parte, dezvoltarea tehnologiei informatice electronice este imposibilă fără cunoașterea legilor și proceselor fizice; de exemplu, proprietățile fizice a semiconductorilor și dispozitivele create pe baza lor, fără de care nu ar exista calculatoarele contemporane.

Corelarea curriculumă Fizica-Informatica

Fizica și informatica sunt două discipline școlare separate. Conexiunea dintre fizică și informatică este în prezent este cunoscută pe scară largă.. Analiza curriculumă permite corelarea unităților de conținut de la disciplina fizica cu cele de la disciplina informatică. [1-4]. În tabelul 1.1 sunt indicate relațiile cele mai evidente pentru clasele liceale.

Tabelul 1.1. Corelarea curricula Fizica-Informatica

Fizica (unități de conținut)	Informatica (unități de conținut)
Clasa a X-a	
<p>I. Cinematica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conceptele de bază ale cinematicii. Mărimi vectoriale. Operații cu vectori. Eroare relativă. • Mișcarea rectilinie uniformă. Viteza. Legea mișcării rectilinii uniforme. Relativitatea mișcării mecanice. Reprezentarea grafică a legii mișcării rectilinii uniforme. Aplicații. • Mișcarea rectilinie uniform variată. Accelația. Legea vitezei. Legea mișcării rectilinii uniform variate. Mișcarea corpurilor pe verticală. Reprezentarea grafică a: legii mișcării rectilinii uniform variate, legii vitezei. • Mișcarea curbilinie. Mișcarea circulară uniformă. Accelația centripetă. <p>*Extindere: Mișcarea corpurilor pe traiectorii parabolice. <i>Lucrări de laborator:</i> 1) „Studiul mișcării rectilinii uniforme” 2) „Verificarea experimentală a uneia din formulele caracteristice mișcării rectilinii uniform variate a unui corp”.</p>	<p>Reprezentarea grafică a vectorilor și a operațiilor cu vectori; Reprezentarea grafică a legii mișcării rectilinii uniforme în Excel; Reprezentarea grafică a: legii mișcării rectilinii uniform variate și legii vitezei în Excel;</p> <p>Reprezentarea grafică a mișcării corpurilor pe traiectorii parabolice. în Excel; Realizarea în laborator virtual a <i>lucrărilor de laborator nr.1 și nr.2;</i></p>
<p>II Dinamica. <i>Lucrări de laborator:</i> 3) “Determinarea masei corpului necunoscut cu ajutorul resortului și a unui corp cu masa cunoscută”; 4) “Determinarea coeficientului de frecare la alunecare”.</p>	<p>Realizarea în laborator virtual a <i>lucrărilor de laborator nr.3 și nr.4:</i></p>
<p>V. Oscilații și unde mecanice</p> <ul style="list-style-type: none"> • Procese oscilatorii în natură și în tehnică. Mărimi caracteristice mișcării oscilatorii. Pendulul elastic. Pendulul gravitațional. Modelul „oscilator armonic”. Conservarea și transformarea energiei mecanice în mișcarea oscilatorie. Oscilații amortizate și oscilații forțate. Rezonanța. Aplicații. • Unde mecanice. Clasificarea undelor mecanice (unde transversale și unde longitudinale). Caracteristicile undelor. • Principiul lui Huygens. Reflexia și refracția undelor mecanice (calitativ). Interferența undelor mecanice (calitativ). Difracția undelor mecanice (calitativ). Elemente de acustică. Ultrasunete. Infrasonete. Unde seismice. Aplicații. <p><i>Lucrări de laborator:</i> 7) “Studiul pendulului elastic și determinarea constantei elastice a unui resort”. 8) „Studiul pendulului gravitațional și determinarea valorii intensității câmpului gravitațional/accelerației căderii libere”.</p>	<p>Reprezentarea grafică a mișcării oscilatorii; Reprezentarea grafică a oscilațiilor amortizate și oscilațiilor forțate. Rezonanța;</p> <p>Reprezentarea grafică a undelor mecanice transversale și longitudinale;</p> <p>Reprezentarea grafică a principiului lui Huygens; Reprezentarea grafică a undelor seismice: Realizarea în laborator virtual a <i>lucrărilor de laborator nr.7 și nr.8:</i></p>
Clasa a XI-a	
<p>I. Noțiuni termodinamice de bază. Teoria cinetico-moleculară a gazului ideal (TCM)</p>	<p>Reprezentarea grafică a transformărilor simple ale gazului ideal.</p>

<p>1.6. Investigarea experimentală a transformărilor simple ale gazului ideal. Lucrărilor de laborator: 1) „<i>Studiul transformării izobare</i>”; 2) „<i>Studiul transformării izoterme</i>”; 3) „<i>Studiul transformării izocore</i>”.</p>	<p>Realizarea în laborator virtual a lucrărilor de laborator referitor la studiul legilor izoproceselor</p>
<p>II Bazele termodinamicii • Energia internă. Lucrul în termodinamică. Cantitatea de căldură. Coeficienți calorici. Calorimetrie. 2.2. Principiul întâi al termodinamicii. Transformarea adiabatică. 2.3. Descrierea principiului de funcționare a motoarelor termice. 2.5. Investigarea experimentală a proceselor calorimetrice. 2.6. Înregistrarea în table a valorilor mărimilor fizice măsurate cu calcularea erorii absolute și a erorii relative.</p>	<p>Reprezentarea grafică a procesului adiabatic; Simularea structurii și principiului de funcționare a motoarelor termice. Realizarea în laborator virtual a lucrării de laborator nr.4: „<i>Determinarea căldurii specifice de topire a unei substanțe</i>”. Utilizarea calculului tabelar Excel.</p>
<p>IV. Electrostatica 4.5. Investigarea experimentală a condensatoarelor electrice. 4.6. Înregistrarea în table a valorilor mărimilor fizice măsurate cu calcularea erorii absolute și a erorii relative.</p>	<p>Realizarea în laborator virtual a lucrării de laborator nr. 6: „<i>Determinarea capacității electrice a unui condensator</i>”. Utilizarea calculului tabelar Excel.</p>
<p>V. Electrocinetică. 5.1. Aplicarea legii lui Ohm pentru o porțiune de circuit și pentru un circuit întreg, a legii lui Joule, a formulelor lucrului curentului electric, a puterii, a randamentului circuitului și a rezistenței echivalente la rezolvarea problemelor. 5.2. Investigarea experimentală a unei surse de curent electric. 5.4. Înregistrarea în table a valorilor mărimilor fizice măsurate cu calcularea erorii absolute și a erorii relative. <i>Lucrare de laborator nr.7: „Determinarea rezistenței interioare și a TEM a unei surse de curent”;</i></p>	<p>Utilizarea platformei ”ETCAI” pentru rezolvarea problemelor și situațiilor problem referitor la aplicarea legii lui Ohm pentru o porțiune de circuit și pentru un circuit întreg, a legii lui Joule, a formulelor lucrului curentului electric, a puterii, a randamentului circuitului și a rezistenței echivalente. Realizarea în laborator virtual a lucrării de laborator nr. 7: Utilizarea calculului tabelar Excel.</p>
<p>6.1. Analiza dependenței rezistivității de temperaturi a diferitor substanțe și a fenomenului supraconductibilitate. 6.2. Explicarea calitativă a conducției electrice în metale, semiconductori, electroliți, gaze și în tuburi cu raze catodice.</p>	<p>Realizarea experimentului virtual ”Dependența rezistivității metalelor de temperatură”. Simularea structurii cristaline pentru explicarea conducției electrice.</p>
Clasa a XII-a	
<p>II. Curent electric alternativ 2.3. Circuite de curent alternative RL, RC, RLC legate în serie. 2.4. Explicarea principiului de funcționare a transformatorului.</p>	<p>Realizarea în laborator virtual a lucrării de laborator nr. 2: „<i>Studiul transformatorului</i>”.</p>
<p>III. Oscilații și unde electromagnetice 1.8. Investigarea experimentală a rețelei de difracție.</p>	<p>Realizarea în laboratorul virtual a Lucrării de laborator: Nr.3: „<i>Determinarea lungimii de unda a luminii cu ajutorul rețelei de difracție</i>”.</p>
<p>IV Elemente de teorie a relativității restrânse 4.4. Interpretarea caracterului simultaneității, duratei și a distanței din perspectiva mecanicii clasice, respective a teoriei relativității restrânse.</p>	<p>Simularea consecințelor transformărilor Lorenz</p>

4.5. Aplicarea consecințelor transformărilor Lorenz, a relației pentru compunerea relativista a vitezelor la rezolvarea problemelor	
V. Elemente din fizica cuantică 5.3. Aplicarea formulelor energiei, a masei și a impulsului fotonului, a legilor efectului fotoelectric, a ecuației lui Einstein pentru fotoefect la rezolvarea problemelor.	Simularea studiului efectului fotoelectric extern
VI. Elemente de fizică a atomului 6.1. Descrierea calitativă a diferitor modele de atomi. 6.2. Modelarea structurii atomului în baza rezultatelor experimentului Rutherford.	Simularea experienței Rutherford referitor la împrăștierea particulelor alfa
VII. Elemente de fizică a nucleului atomic. Particule elementare 7.6. Descrierea construcției și a principiului de funcționare a reactorului nuclear, estimarea posibilelor efecte ale accidentelor nucleare.	Simularea structurii și principiului de funcționare a reactorului nuclear.
VIII. Elemente de astronomie 8.2. Observarea cerului înstelat. 8.3. Identificarea constelațiilor pe cer. 8.4. Determinarea cauzelor și a caracterului mișcării aparente a Soarelui, a Lunii, a stelelor pe cer. 8.5. Explicarea fazelor Lunii, a eclipselor de Soare și de Luna. 8.9. Aplicarea legilor lui Kepler la descrierea mișcării corpurilor din Sistemul Solar. 8.10. Descrierea structurii și a caracteristicilor Soarelui.	Simularea mișcării aparente a astrilor pe sfera cerească; Simularea Sistemului solar; Simularea eclipsei de Soare și de Lună; Observarea în planetariul Virtual a planetelor, stelelor, constelațiilor, Galaxiilor, nebuloaselor și altor corpuri cerești; Simularea legilor lui Kepler;

Utilizarea TIC pentru a implica activ elevii în procesul de învățare este unul dintre cele mai promițătoare domenii ale dezvoltării educaționale. Puterea și versatilitatea din ce în ce mai mare ale computerelor deschid oportunități noi și diferite de predare și învățare, permițând profesorilor să-și extindă metodele de predare și permițând elevilor să contribuie la problemele comune. Tehnologia educațională poate ajuta la îmbunătățirea învățării și la îmbunătățirea performanței fiecărui elev. Calculatorul poate fi folosit la următoarele lecții: la studierea independentă a materialelor noi, la rezolvarea problemelor, la teste. De asemenea, trebuie remarcat faptul că utilizarea computerelor în lecțiile de fizică le transformă într-un adevărat proces creativ și face posibilă implementarea principiilor educației pentru dezvoltare. Este posibil să selectați materialul necesar, să îl prezentați într-un mod luminos, clar și accesibil. Utilizarea TIC în clasă crește motivația elevilor pentru procesul de învățare, se creează condiții pentru ca elevii să dobândească mijloacele de cunoaștere și explorare a lumii.

Utilizarea TIC în lecțiile de fizică poate crește interesul pentru studierea subiectului, poate extinde posibilitățile de demonstrare a experimentelor prin utilizarea imaginilor virtuale și poate crește interesul pentru învățare. Este bine cunoscut faptul că un curs de fizică include secțiuni, a căror studiu și înțelegere necesită gândire imaginativă dezvoltată, capacitatea de a analiza și compara. În primul rând, vorbim despre secțiuni precum „Fizica

moleculară”, unele capitole din „Electrodinamică”, „Fizica nucleară”, „Optică”, etc. Din păcate, mulți studenți nu au abilitățile de gândire necesare pentru o înțelegere profundă a fenomenele și procesele descrise în aceste secțiuni. În astfel de situații, mijloacele didactice tehnice moderne și, în primul rând, un computer personal vin în ajutor.

Unele fenomene, cum ar fi structura atomului, fisiunea nucleului atomic și alte procese din fizica atomului și a nucleului atomic nu pot fi demonstrate într-o clasă de fizică. Drept urmare, elevii au dificultăți în a le studia deoarece nu sunt capabili să le imagineze mental. Un computer nu numai că poate crea un model al unor astfel de fenomene, dar vă permite și să schimbați condițiile procesului și să îl „defilați” la o viteză optimă pentru asimilare.

Concluzii

Ca urmare a utilizării TIC în cadrul lecțiilor de fizică, la elevi se observă:

- asimilare mai completă a materialului teoretic;
- elevii dobândesc capacitatea de a obține informații dintr-o varietate de surse;
- abilitatea de a-ți formula pe scurt și clar punctul de vedere,
- creșterea interesului elevilor pentru materie;
- formarea motivației pozitive pentru activitățile educaționale;

Utilizarea sistematică a acestor resurse electronice în timpul anului de studii garantează eficacitatea procesului educațional.

Desigur, este imposibil să încredințezi toate lecțiile unui computer însuși profesorul poate structura lecția și poate folosi diverse tehnici metodologice. Menționăm că Tehnologiile Informaționale nu ar trebui să înlocuiască tehnologiile pedagogice binecunoscute, ci să contribuie la eficiența procesului educațional.

Articol realizat în cadrul proiectului „Digitalizarea procesului de formare inițială a cadrelor didactice pentru asigurarea unui demers didactic eficient, în context cu solicitările pieței muncii”, cod 040102

Bibliografie

1. Curriculum național. Fizică clasele VI-IX. Curriculum disciplinar. Ghid de implementare. Chișinău, 2020;
2. Curriculum național. Fizică. Astronomie CLASELE X-XII. Curriculum disciplinar. Ghid de implementare. Chișinău, 2020;
3. Curriculum național informatică clasele VII-IX. Curriculum disciplinar. Ghid de implementare. Chișinău, 2020;
4. Curriculum național informatică clasele X-XII. Curriculum disciplinar. Ghid de implementare. Chișinău, 2020;
5. <https://www.vascak.cz/>
6. <https://phet.colorado.edu/>

ASTROFIZICIANUL NICOLAE DONICI**Igor POSTOLACHI**, dr., conf. univ., UPSC<https://orcid.org/0000-0002-1752-5386>

Rezumat. În lucrare sunt prezentate păreri despre astrofizicianul Nicolae DONICI, expuse în cadrul simpozionului științific „Nicolae Donici și astronomia pe meleaguri moldovene”, un duplex științific, pe 11 septembrie 2024, organizat de Academia Română, Academia de Științe a Moldovei și Institutul Astronomic al Academiei Române.

Cuvinte cheie: astrofizicianul Nicolae DONICI, Dubăsarii Vechi.

Abstract. The paper presents opinions about the astrophysicist Nicolae DONICI, presented during the scientific symposium "Nicolae Donici and astronomy in Moldovan lands", a scientific duplex, on September 11, 2024, organized by the Romanian Academy, the Academy of Sciences of Moldova and the Astronomical Institute of the Romanian Academy .

Keywords: astrophysicist Nicolae DONICI, Dubăsarii Vechi.

Pe 11 septembrie a avut loc Simpozionul științific „Nicolae Donici și astronomia pe meleaguri moldovene”, un duplex științific, organizat de Academia Română, Academia de Științe a Moldovei și Institutul Astronomic al Academiei Române. Evenimentul a reunit membri titulari și membri corespondenți din ambele academii, cercetători științifici, profesori universitari și școlari pentru a discuta atât aspecte istorice ale astronomiei, cât și evoluțiile moderne din acest domeniu, predarea astronomiei în școală etc.



Figura 1. Astrofizicianul Nicolae DONICI și observatorul de la Dubăsarii Vechi

La deschiderea simpozionului, academicianul **Ioan Aurel Pop**, președintele Academiei Române, a subliniat, că Nicolae Donici – figură emblematică a științei – merită această prețuire la împlinirea a 150 de ani de la nașterea sa. Savantul s-a impus realizând cercetări de anvergură la faimosul său observator privat de la Dubăsarii Vechi, Basarabia. A observat mai multe eclipse de soare și de lună pe diferite meridiane ale lumii. Savantul a fost primit în Academia Română în 1922, dat afară împreună cu „trădătorii” în 1948 și

reprimat în 1991, împreună cu cei excluși datorită ideologiei staliniste sau comuniste generale. Concomitent, președintele Ioan Aurel Pop a evidențiat și contribuția lui Donici la cercetarea internațională în astronomie, care a privit cerul din toată lumea din perspectivă universală. Prin urmare, a concluzionat el, Nicolae Donici, rămâne peste timpuri și peste oamenii care nu l-au receptat, peste regimurile politice care l-au exilat, rămâne un savant român cu obârșie din Basarabia, alături de mulți alții care trebuie prețuiți, respectați și din când în când rememorați: Donici a știut să privească cerul cum nimeni n-a știut dintre savanți cel puțin în anumite aspecte ale lui.

În cuvântul său de salut, academicianul **Ion Tighineanu**, președintele Academiei de Științe a Moldovei, a relevat contribuția științifică a unor savanți cu rădăcini basarabene, care s-au afirmat în diferite state ale lumii. În acest context, a precizat că Basarabia, astăzi Republica Moldova, este adesea menționată pe portalurile științifice internaționale și grație unor personalități notorii care s-au născut pe aceste meleaguri.

Cercetările lui Nicolae Donici au cuprins o serie de subiecte importante, printre care se evidențiază astronomia soarelui, cromosferei, planetelor, luminii zodiacale. A studiat 7 eclipse de soare care au avut loc pe diferite meridiane și paralele ale lumii, precum și 8 eclipse de lună. Pentru acele timpuri, greu de călătorit, a fost un adevărat recordman.

Academicianul Ion Tighineanu a mai precizat că savantul a construit în anul 1908 la Dubăsarii Vechi un observator dotat cu un telescop care era printre cele mai performante din lume. Mai târziu, a fondat pe malul Nistrului și o stație meteo care a jucat un rol important în activitatea rețelei de stații meteorologice a României. Totodată, a scos în evidență faptul că Nicolae Donici și-a pus moșia, dăruită de mătușa sa Elena Lysakovska, în slujba științei, și anume a astronomiei. După 1920, în contextul reformei agrare în România, i s-au cerut documente doveditoare că folosește moșia în scopuri științifice. Și dânsul a reușit să facă acest lucru, având și scrisori semnate de reputeți astronomi francezi trimise direct în adresa regelui.

Valeriu Matei, membru corespondent al Academiei de Științe a Moldovei, membru de onoare al Academiei Române și director general al Editurii Academiei Române, a vorbit despre puterea de rezistență și dedicația lui Nicolae Donici, accentuând nevoia continuă de a publica opera sa pentru a transmite mesajele lui Donici și generațiilor actuale. Totodată, a adus în discuție și necesitatea de a restaura conacul de la Dubăsarii Vechi, care face parte din patrimoniul cultural românesc.

Într-un mesaj video, transmis de la Buenos Aires, **Maria Roemmich-Brunsiwg**, nepoata soției lui Nicolae Donici de 93 de ani, a împărtășit amintiri despre bunicul său, subliniind momentele unice petrecute alături de el, accentuând pasiunea acestuia pentru muzică și retragerile sale frecvente în solitudine. Concomitent, ea și-a exprimat mândria față de moștenirea științifică lăsată de acesta.

Cu un mesaj video a venit și **Ewine Van Dishoeck**, fost președinte al Uniunii Astronomice Internaționale. Ea a salutat organizarea acestui simpozion și a menționat că Nicolae Donici a fost un pioner al Uniunii Astronomice Internaționale și a participat activ la acțiunile acesteia, iar cercetările marelui savant au avut un impact mondial.

Sesiunea de deschidere a simpozionului s-a încheiat cu un mesaj video transmis de către Excelența Sa, **Nicolas Warnery**, Ambasadorul Republicii Franceze în România, care s-a arătat impresionat de organizarea acestui simpozion. El a apreciat înalt contribuția științifică a lui Nicolae Donici în patrimoniul mondial, dar a ținut să menționeze că savantul a petrecut 15 ani în Franța și a publicat numeroase opere în franceză.

Evenimentul a continuat cu o sesiune de comunicări, deschisă de **Magda Stavinschi**, cercetător onorific la Institutul Astronomic al Academiei Române și autoarea cărții „Cerul văzut de pe meleaguri moldovene”, proaspăt scoasă de sub tipar la Editura Academiei Române [1].



Figura 2. Coperta cărții „Cerul văzut de pe meleaguri moldovene”, autor Magda Stavinschi, cercetător onorific la Institutul Astronomic al Academiei Române

În prezentarea făcută pe coperta volumului de acad. **Dorina N. Rusu** se subliniază că această carte reunește medaliaștele a 13 astronomi importanți, născuți sub cerul atât de binefăcător și de generos, dător de mari nume în toate domeniile științei, literelor și artelor, al Moldovei. Dat fiind că Simpozionul este consacrat astrofizicianului Nicolae Donici ne vom referi la activitatea savantului, destinul său dramatic, căruia Magda Stavinschi i-a acordat în comunicare atenția principală.

Născut la 1 septembrie (14) 1874 la Chișinău în familia înstărită a lui Nicolae Donici și a Limoniei Macri-Donici. De mic copil a rămas fără părinți, de educația lui în continuare s-a ocupat mătușa sa de la Dubăsarii Vechi, Elena Lîsacovschi-Macri, care mai târziu i-a

lăsat drept moștenire, la Dubăsarii Vechi, aproape 3000 hectare de terenuri agricole și păduri.

În 1883 a absolvit gimnaziul nr. 1 din Odessa, în 1897 – facultatea de fizică și matematică a Universității Novorosiisk din Odessa cu Diplomă de gradul I. În anii de studenție a manifestat un viu interes față de problemele astrofizicii și astronomiei.

A făcut cercetări în cadrul Observatorului Pulkovo de lângă Sanct-Petersburg, a participat la numeroase expediții în țară și peste hotare, devenind o personalitate cunoscută în cercurile științifice ale Academiei Imperiale Ruse și în alte centre științifice de pe Mapamond.

În 1908, a fondat pe moșia sa din s. Dubăsarii Vechi un observator astronomic, în care ulterior a făcut cercetări. Telescopul a fost construit la Pulkovo după proiectul său, având o rază de rotație de 10 metri. În lume pe atunci erau doar 7 astfel de telescoape. Cu ajutorul acestuia astrofizicianul a realizat investigații valoroase după revenirea sa în Basarabia, în 1918. Tot aici și-a instalat o stație meteorologică și un laborator fotografic, unități indispensabile cercetărilor din domeniul respectiv.



**Figura3. Prima Adunare generală
a UAI, 1922**

La doar 23 de ani (a.1897), a fost ales membru al Societății Astronomice Franceze; în 1901 – membru al Academiei Imperiale Ruse din Petersburg, în 1904 – membru al Societății Astronomice din Rusia, în 1913 – membru al Uniunii Internaționale pentru Cercetarea Soarelui; timp de 3 ani a reprezentat Rusia în Comisia pentru eclipse. Mai apoi devine membru al Comisiei de spectroheliografie. În 1912 este ales membru de onoare și Doctor Honoris Causa al Institutului de Științe din Coimbra (Portugalia). Din anul 1922 este membru al Comisiei pentru fizica Soarelui și al Comisiei pentru planete. Meritele științifice ale astrofizicianului au fost apreciate și de țara sa: în același an s-a învrednicit de titlul de membru de onoare al Academiei Române, membru al Comitetului Național pentru Astronomie.

Meritele științifice ale astrofizicianului au fost apreciate și de țara sa: în același an s-a învrednicit de titlul de membru de onoare al Academiei Române, membru al Comitetului Național pentru Astronomie. Tot în 1922, la primul congres al Uniunii Astronomice Internaționale, Nicolae Donici devine membru al ei și face parte din comisiile pentru meteori și lumină zodiacală.



Figura 4. Nicolae DONICI. Conferința Uniunii Internaționale pentru Cooperare în Domeniul Cercetării Soarelui (29 august – 3 septembrie 1910, Mount Wilson, California, SUA)

Cel de-al doilea Război Mondial, cu intemperii ale istoriei de pe meleagurile noastre și ale României, s-a răsfrânt nefast asupra destinului lui Nicolae Donici. În 1940, a fost nevoit să părăsească Dubăsarii Vechi. În 1941, conacul i-a fost devastat, de unde au dispărut fără urmă toate bunurile, inclusiv utilajul științific. În 1944, a fost bombardat complexul hotelier din București, în care dânsul locuia. Peste câteva zile, a căzut o bombă și pe a doua clădire, unde s-a mutat la un văr Nicolae Donici. A pierdut totul, dar a scăpat cu viață – în momentul deflagrației nu era acasă. Întărirea Armatei Roșii l-a motivat să părăsească în același an Bucureștiul. Soarta l-a purtat prin Germania, apoi – în Franța. S-a angajat la lucru la Observatorul din Meudon de lângă Paris. S-au păstrat peste 30 de lucrări științifice ale astrofizicianului basarabean, elaborate aici.

În 1948, de rând cu alți oameni de știință, Nicolae Donici a fost exclus din rândurile Academiei Române. În 1990, după Revoluția din decembrie, este reabilitat. Se credea multă vreme că savantul a decedat în anul 1956, la vârstă de 82 ani, fără a se ști cu siguranță locul unde a fost înhumat: la Paris, Nizza sau la Sudul Franței, unde a trăit în ultimii ani în sărăcie într-o casă de bătrâni.

Până la urmă, căutările nesperate ale Magdei Stavinschi a locului înmormântării lui Nicolae Donici s-au încununat cu rezultatul mult așteptat. În dosarul lui Nicolae Donici, descoperit într-un centru de evidență a pensionarilor, a fost descoperit certificatul lui de deces. Astfel, a fost stabilită data morții – domiciliat într-o casă de bătrâni din comuna Puget-Theniers, departamentul Alpes-Maritimes din sud-estul Franței, a închis ochii la 4 ore, în zorii zilei de 21 noiembrie 1960, la răsăritul Soarelui – atracția lui științifică de o viață. Enigma morții lui Nicolae Donici a luat sfârșit.

Dr. prof. Magda Stavinschi a făcut o trecere în revistă a evenimentelor științifice de după anii '90, care au avut ca scop scoaterea din anonimat a operei astrofizicianului Nicolae Donici de la Dubăsarii Vechi și repunerea ei în circuitul științific și cultural al românilor de pe ambele maluri ale Prutului. În această ordine de idei, a fost nominalizat Simpozionul științific din 1994, organizat la Academia de Științe de doi împătimiți de figura emblematică a lui Nicolae Donici – acad. filolog Haralambie Corbu, vicepreședinte al AȘM, născut la Dubăsarii Vechi și care l-a cunoscut în copilărie pe savant, și astronomul Magda Stavinschi. Atunci ei au inițiat un parteneriat de succes dintre cercetătorii din domeniu din Republica Moldova și România. A culminat primul eveniment cu dezvelirea bustului astronomului fizician Nicolae Donici în curtea fostului conac din Dubăsarii Vechi, vizitarea cavoului familiei lui, reparat și amenajat cu acest prilej, construit în secolul trecut pe teritoriul bisericii din sat, conform proiectului renumitului arhitect Alessandro Bernadazzi.

Și Simpozionul din 2004 convocat de cercetătorii de pe ambele maluri ale Prutului a fost mediatizat pe larg în republica noastră. Aprecieria sugestivă a lui Nicolae Donici, „Un Einstein al Basarabiei”, făcută în cadrul manifestării științifice de fizicianul Valeriu Canțer, a fost preluată de jurnaliști și evidențiată în titlurile și în unele materiale din presa scrisă. Din nou participanții la manifestare au mers la baștina savantului, unde acad. Haralambie Corbu și-a lansat cartea „Dincolo de mituri și legende”, în care a fost inclus și un studiu despre Nicolae Donici.

Așa s-a întâmplat că în februarie 2010 bustul lui Nicolae Donici a fost furat și distrus de un nătărău pentru a face niște bani din metalul sculpturii, fiind la evidență psihiatrică. Se întrebau atunci cei care îi cunoșteau destinul dramatic al savantului: pedepsit și după moarte? Această stare de lucruri a durat mai mult de un deceniu până în sfârșit administrația locală a găsit resurse ca bustul să fie restabilit. Sâmbătă, la Dubăsarii Vechi, vor avea loc din nou manifestări consacrate aniversării a 150-a de la nașterea savantului. Pe bune, lung și spinos a fost drumul revenirii acasă a astrofizicianului Nicolae Donici.



Academicianul Valeriu CANȚER



Academicianul Haralambie CORBU

Manifestarea științifică din 2014, consacrată aniversării a 140-a de la nașterea lui Nicolae Donici, și-a ținut lucrările la București. Și iată că am ajuns la Simpozionul de azi cu genericul „Nicolae Donici și astronomia pe meleaguri moldovene” la 150 de ani de la naștere, un duplex științific, organizat de Academia Română, Academia de Științe a Moldovei și Institutul Astronomic al Academiei Române, simultan, în Aula Academiei Române și în Sala Azurie a AȘM. Moderatorul evenimentului dr. **Mirel Bîrlan**, directorul Institutul Astronomic al Academiei Române, și-a îndeplinit misiunea cum se poate mai bine, invitând la tribună, rând pe rând, pe toți cei programați pentru comunicări cu respectarea timpului oferit. Însuși domnia sa ne-a informat la tema „Prezentul și perspectivele astronomiei române” care a reflectat tabloul acestui domeniu important și interesant de cercetare științifică.

Autorii comunicărilor – pe de o parte cercetători din România, pe de altă parte, cercetători din Republica Moldova care au reprezentat Universitatea Tehnică a Moldovei, Universitatea de Stat din Moldova, Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”, ONG-uri, au dezvăluit și alte aspecte ale vieții și activității astrofizicianului Nicolae Donici; au abordat valorificarea patrimoniului cultural și istoric de la Dubăsarii Vechi; predarea sau excluderea astronomiei din procesul de învățământ școlar. Cu materialele acestor autori puteți lua cunoștință la adresa [2], Programul conferinței și prezentările pot fi consultate aici. Înregistrarea video a Simpozionului poate fi accesată la linkul [3].

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale din perspectiva conceptului STEAM și Inteligenței Artificiale”, codul 040101, din cadrul Programului instituțional de cercetare (2024-2027), aprobat prin Ordin MEC nr. 102 din 01.02.2024

Bibliografie

1. STAVINSCHI, Magda. *Cerul văzut de pe meleaguri moldovene*. București, 2024, 170 p. ISBN 978-073-27-3873-3
2. <https://asm.md/nicolae-donici-si-astronomia-pe-meleaguri-moldovene-11-septembrie-2024-duplex-academia-romana>
3. <https://youtu.be/fdXsOcGIZzU>

UTILIZAREA PLATFORMEI PASCO ÎN PREDAREA FIZICII

Dorin SAS, profesor fizică

Valentina POSTOLACHI, dr., conf. univ., UPSC

<https://orcid.org/0000-0002-1977-647X>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău

Rezumat. În lucrare se scot în evidență utilizarea platformei Pasco în predarea fizicii în școli și universități. Principalul obiectiv al acestei lucrări este de a investiga modul în care utilizarea platformei Pasco poate îmbunătăți procesul de învățare și performanța elevilor în domeniul fizicii. Această cercetare aduce o contribuție semnificativă în domeniul educației științifice prin investigarea tehnologiei moderne în predarea fizicii.

Cuvinte cheie: educație, platforma Pasco, tehnologii, senzori digitali, experiment fizic, învățare, .

Abstract. The paper highlights the use of the Pasco platform in teaching physics in schools and universities. The main objective of this work is to investigate how the use of the Pasco platform can enhance the learning process and students' performance in the field of physics. This research makes a significant contribution to the field of science education by exploring modern technology in physics teaching.

Keywords: education, Pasco, technologies, sensors, experiments.

Introducere

În contextul evoluției rapide a tehnologiei și a cerințelor educaționale moderne, integrarea platformelor tehnologice avansate, cum ar fi Pasco [1], în procesul de predare a științelor exacte, în special fizica, este deosebit de relevantă. Aceste tehnologii nu numai că facilitează învățarea prin experiențe interactive și practice, dar și stimulează interesul și implicarea elevilor, esențiale pentru dezvoltarea abilităților critice și analitice. Având în vedere tendințele globale spre digitalizare și necesitatea de a pregăti elevii pentru o societate bazată pe cunoaștere, cercetarea privind utilizarea platformei Pasco în predarea fizicii este deosebit de actuală și importantă.

Problema cercetării constă în identificarea și evaluarea eficienței utilizării platformei Pasco în predarea fizicii în școli. În particular, cercetarea va examina modul în care această tehnologie poate îmbunătăți înțelegerea conceptelor fizice, implicarea elevilor și performanțele academice, comparativ cu metodele tradiționale de predare. Obiectul cercetării îl constituie implementarea și utilizarea platformei Pasco în cadrul laboratoarelor de fizică din școli, evaluând impactul acesteia asupra procesului educațional și asupra performanțelor elevilor.

Platforma Pasco, prin gama sa variată de senzori wireless și software de analiză, permite elevilor să experimenteze direct principiile teoretice studiate în clasă, îmbunătățind astfel înțelegerea și reținerea informațiilor. Mai mult decât atât, Pasco promovează colaborarea între elevi și facilitează o experiență educațională adaptată nevoilor individuale

ale fiecărui elev. Prin integrarea tehnologiei în procesul de predare, profesorii pot oferi o abordare mai dinamică și mai interactivă, care să stimuleze interesul și angajamentul elevilor în învățare.

Descrierea și specificațiile senzorilor digitali Pasco la disciplina fizica



Figura 1. Senzorul wireless de temperatură (PS-3201) [2]

Senzorul de temperatură (Fig. 1.) fără fir măsoară temperatura pe un interval de la -40°C la +125°C. Are sondă de temperatură din oțel inoxidabil care este mai durabilă decât a unui termometru de sticlă și este capabil să perfecteze date într-o varietate de situații. Datele referitor la măsurarea temperaturii sunt transmise prin tehnologia fără fir, Bluetooth printr-o bandă de unde electromagnetice, domeniul radio cu înregistrare și afișare de software-ul PASCO pe un dispozitiv conectat wireless, cum ar fi o tabletă sau computer.



Figura 2. Senzorul wireless de lumină (PS-3213) [3]

Senzorul de lumină (Fig. 2) fără fir are două deschideri separate: una pentru măsurarea luminii ambientale și una pentru măsurarea direcțională a luminii. Senzorul de mediu măsoară iluminarea și indicele UV, în timp ce deschiderea spotului (direcțională) măsoară nivelul luminii și intensitatea culorii. Software-ul afișează intensitățile relative ale luminii filtrate de roșu, verde și albastru la o valoare totală calculată a celor 3 lumini.

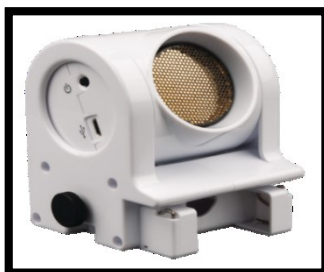


Figura 3. Senzorul wireless de mișcare (PS-3219) [4]

Senzorul de mișcare (Fig.3) fără fir folosește ultrasunetele pentru a măsura poziția, viteza și accelerația obiectelor, variind de la 15 cm până la 4,0 m distanță. Cu conectivitate Bluetooth și USB, acest senzor ușor de utilizat le permite elevilor să măsoare distanța pe

rând, în timp ce clasa le observă mișcarea concretizându-se sub formă de grafic în timp real.



Figura 4. Senzorul wireless de forță și accelerație (PS-3202) [5]

Senzorul wireless de forță și accelerație (Fig.4) este capabil să măsoare simultan forța, accelerația și viteza de rotație, acest senzor este ideal pentru experimente care implică platforme rotative, cărucioare în mișcare, oscilații cu arc, coliziuni și impuls.



Figura 5. Senzorul wireless de presiune (PS-3203) [6]

Senzorul de presiune (Fig. 5) fără fir permite studenților să colecteze cu ușurință date precise despre presiunea gazului pentru o gamă largă de aplicații. Este inclusă o seringă de 60 cc, tuburi și conectori care facilitează experimente precum Legea lui Boyle, măsurarea rezistenței de prindere și măsurarea presiunii hidrostatice în apă.



Figura 6. Senzorul wireless de intensitate a curentului electric (PS-3212) [7]

Senzorului de curent (Fig.6) fără fir posedă o gama largă de curent a permite explorări introductive și avansate ale electricității și circuitelor de bază. Proiectat pentru siguranța utilizatorului, senzorul poate fi utilizat pentru a măsura curenți de până la 1 A și include protecție încorporată la suprasarcină.



Figura 7. Senzorul wireless de tensiune a curentului electric (PS-3211) [8]

Senzorul wireless de tensiune a curentului electric PS-3211 (Fig. 7) folosește un amplificator de instrumentație pentru a măsura tensiunea electrică într-un circuit. Acest amplificator detectează diferența de potențial între două puncte și transmite semnalul măsurat wireless. Măsoară tensiuni de până la ± 15 V.



Figura 8. Senzorul wireless de câmp magnetic (PS-3221) [9]

Acest senzor de câmp magnetic (Fig.8), cu 3 axe poate detecta câmpul magnetic al Pământului, câmpurile magnetice din bobinele purtătoare de curent și magneții permanenți. Există două intervale: ± 50 gauss și ± 1300 gauss.



Figura 9. Senzorul wireless de sunet (PS-3227)

Acest senzor este în primul rând pentru câmpuri statice. Senzorul wireless de câmp magnetic PS-3221 utilizează un magnetometru Hall pentru a măsura intensitatea câmpului magnetic.

Senzorul wireless de sunet [10] utilizează un microfon cu condensator pentru a măsura nivelul presiunii acustice. Microfonul convertește undele sonore în semnale electrice, care sunt apoi amplificate și transmise wireless. Senzorul de sunet wireless PS-3227 este format din doi senzori într-un singur pachet wireless: un senzor de unde sonore

capabil să măsoare modificările relative ale nivelului presiunii sonore în funcție de timp și un senzor de nivel sonor cu scale ponderate atât în dBA, cât și în dBC.

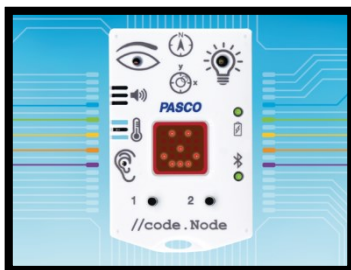


Figura 10. Senzorul wireless //Code.Node (PS-3231)

Senzorul //Code.Node [11] este un dispozitiv programabil care integrează senzori și actuatori pentru a crea experimente personalizate. Acesta funcționează prin intermediul unui microcontroler care poate fi programat pentru a colecta date de la senzori, a procesa aceste date și a controla actuatori în funcție de algoritmi predefiniți. //Code.Node are șase senzori încorporați, inclusiv un senzor de temperatură, un senzor de mișcare, un senzor de câmp magnetic, un senzor de sunet, un senzor de lumină și două comutatoare momentane.



Figura 11. Senzorul wireless //Code.Node (PS-3232) [12]

Senzorul /control.Node (PS-3232) controlează și furnizează energie pentru alimentarea dispozitivelor periferice STEM, cum ar fi lumini, ventilatoare, pompe, motoare pas cu pas, servomotoare și o linie în creștere de alte accesorii. Senzorul digital //control.Node (PS-3232) comunică fără fir prin Bluetooth cu un computer și primește instrucțiuni scrise în cod Blockly pentru a controla dispozitivele. Codul poate fi încărcat în //control.Node și rulat autonom fără conexiune la un computer.

Experimente realizate cu acești senzori

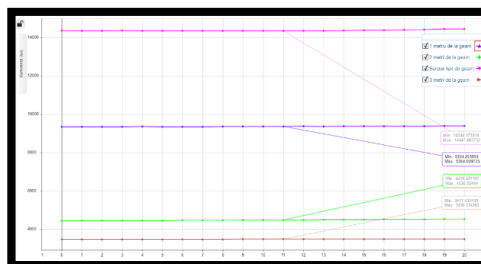
Senzorul de temperatură (PS-3201)

Experiment: Observarea variației temperaturii apei în timp ce este răcită și încălzită.



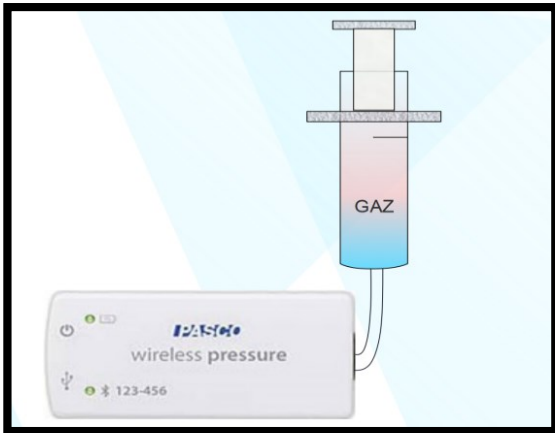
Senzorul de lumină (PS-3213)

Experiment: Determinarea relației dintre intensitatea luminii și distanța de la sursa de lumină.



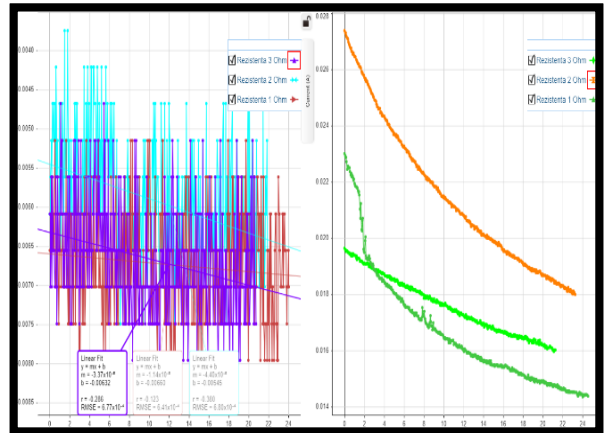
Senzorul de presiune (PS-3203)

Experiment: Investigarea gazului real după modelul ecuației de stare a gazului ideal cu ajutorul senzorilor digitali PASCO „Studiul dependenței presiunii gazului de volumul acestuia ($P \sim \frac{1}{V}$)”



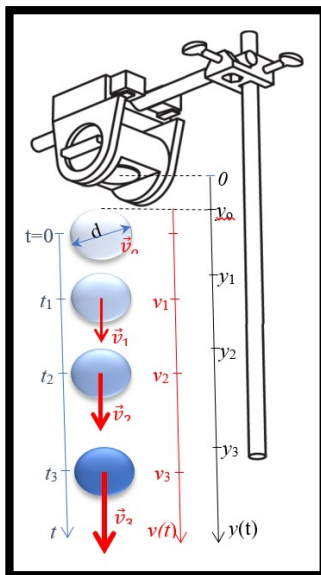
Senzorul de intensitate a curentului electric (PS-3212)

Experiment: Determinarea rezistenței interne a unei baterii



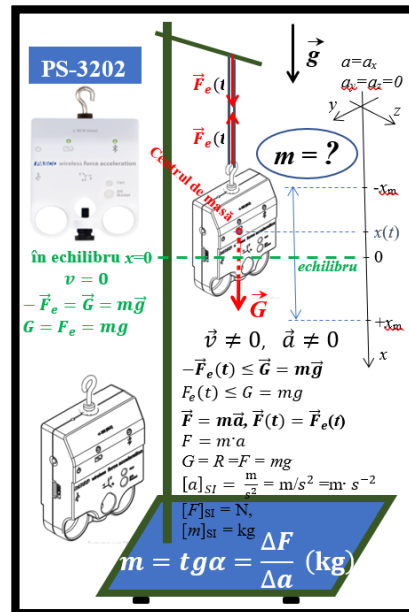
Senzorul de mișcare (PS-3219)

Experiment: Determinarea accelerației gravitaționale terestre la căderea corpului pe Pământ cu ajutorul senzorului digital wireless de mișcare.



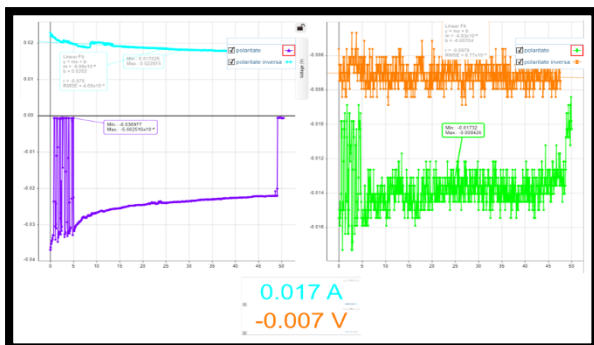
Senzorul de forță și accelerație (PS-3202)

Experiment: Determinarea masei din graficul F(a) aplicând Legea a II a lui Newton cu ajutorul senzorului digital wireless de Forță și Accelerație



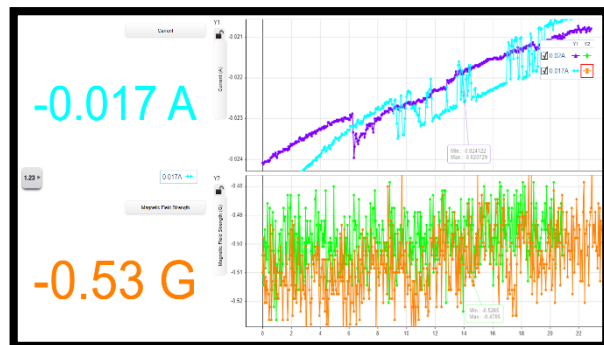
Senzorul de tensiune a curentului electric (PS-3211)

Experiment: Verificarea legii lui Ohm



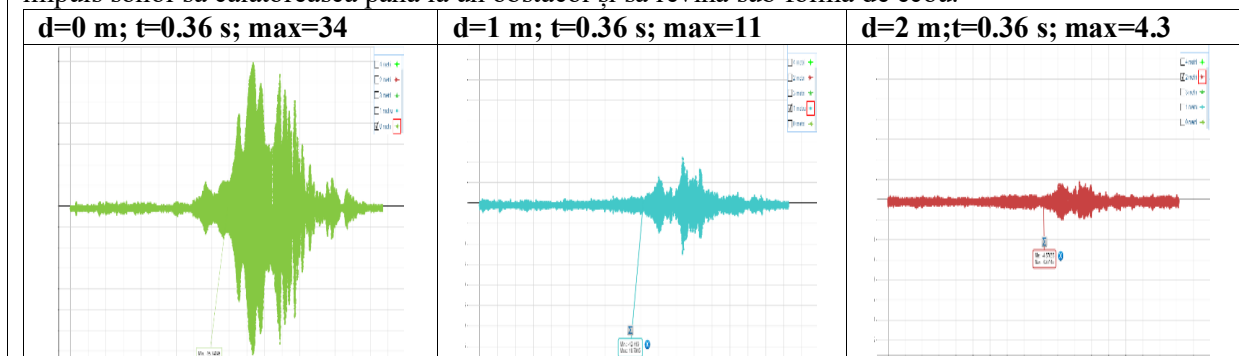
Senzorul de câmp magnetic (PS-3221)

Experiment: Măsurarea intensității câmpului magnetic al unui solenoid



Senzorul de sunet (PS-3227)

Experimentul nr.1: Determinarea vitezei sunetului în aer prin măsurarea timpului necesar pentru ca un impuls sonor să călătorească până la un obstacol și să revină sub formă de ecou.



Concluzii

Utilizarea senzorilor din platforma PASCO în predarea fizicii a demonstrat că elevii își pot îmbunătăți înțelegerea conceptelor fizice prin experiențe interactive. Senzorii wireless, cum ar fi cei de temperatură, lumină, mișcare, forță și accelerație, presiune, intensitate și tensiune a curentului electric, câmp magnetic și sunet, au oferit elevilor posibilitatea de a efectua experimente reale, colectând date precise și în timp real. De asemenea platforma PASCO a contribuit semnificativ la creșterea interesului și motivației elevilor pentru fizică. Experimentele practice și interactive au făcut ca procesul de învățare să fie mai captivant și mai relevant, ceea ce a dus la o implicare sporită din partea elevilor.

Utilizarea senzorilor și a software-ului de analiză PASCO a permis elevilor să dezvolte abilități esențiale pentru viitorul lor academic și profesional. Elevii au învățat să formuleze ipoteze, să desfășoare experimente, să colecteze și să analizeze date, să interpreteze rezultate și să tragă concluzii bazate pe dovezi.

Articol realizat în cadrul proiectului „Digitalizarea procesului de formare inițială a cadrelor didactice pentru asigurarea unui demers didactic eficient, în context cu solicitările pieței muncii”, cod 040102

Bibliografie

1. <https://www.pasco.com/>
2. Wireless Temperature Sensor PS-3201 Product Manual.
3. Wireless Light Sensor PS-3213 Product Manual.
4. Wireless Motion Sensor PS-3219 Product Manual.
5. Wireless Force and Acceleration Sensor PS-3202 Product Manual.
6. Wireless Pressure Sensor PS-3203 Product Manual.
7. Wireless Current Sensor PS-3212 Product Manual.
8. Wireless Voltage Sensor PS-3211 Product Manual.
9. Wireless Magnetic Field Sensor PS-3221 Product Manual.
10. Wireless Sound Sensor PS-3227 Product Manual.
11. Pasco Scientific. (2023). //Code.Node PS-3231 Product Manual.
12. https://cdn.pasco.com/product_document/Control-Node-Manual-PS-3232.pdf

ROLUL TRANSDISCIPLINARITĂȚII ÎN DEZVOLTAREA COGNITIVĂ A ELEVILOR

Lucia ȘCHIOPU, doctor, conferențiar universitar

<https://orcid.org/0000-0001-8342-1385>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”

Departamentul Formarea Profesorilor

Rezumat. Articolul elaborat în cadrul proiectului: „Digitalizarea procesului de formare inițială a cadrelor didactice pentru asigurarea unui demers didactic eficient, în context cu solicitările pieței muncii”, cod 040102 evidențiază rolul transdisciplinarității în dezvoltarea cognitivă a elevilor, subliniind importanța atenției, cogniției și abilităților secvențiale. Transdisciplinaritatea implică o atenție nuanțată, care reglează comportamentul elevilor și modul în care aceștia procesează informațiile. Profesorii transdisciplinari trebuie să identifice punctele forte și slabe ale fiecărui elev, sprijinind dezvoltarea abilităților de gândire complexă și colaborare. Abilitățile secvențiale, cum ar fi organizarea și divizarea sarcinilor pe pași, sunt esențiale pentru succesul academic și dezvoltarea limbajului. Elevii implicați în activități transdisciplinare își dezvoltă un limbaj propriu, atât receptiv (înțelegerea cuvintelor și gesturilor), cât și expresiv (exprimarea gândurilor). Prin integrarea acestor competențe, elevii își îmbunătățesc atât procesele cognitive, cât și abilitățile sociale, fiind capabili să colaboreze și să rezolve probleme complexe.

Cuvinte-cheie: transdisciplinaritate, atenție, cogniție, secvențialitate, neurodezvoltare.

Abstract. The article highlights the role of transdisciplinarity in the cognitive development of students, emphasizing the importance of attention, cognition, and sequential skills. Transdisciplinarity involves nuanced attention that regulates students' behavior and the way they process information. Transdisciplinary teachers must identify the strengths and weaknesses of each student, supporting the development of complex thinking and collaboration skills. Sequential skills, such as organizing and breaking tasks into steps, are essential for academic success and language development. Students engaged in transdisciplinary activities develop their own language, both receptive (understanding words and gestures) and expressive (articulating thoughts). By integrating these competencies, students enhance both their cognitive processes and social skills, enabling them to collaborate and solve complex problems.

Key- words: transdisciplinarity, attention, cognition, sequentiality, neurodevelopment.

Transdisciplinaritatea în educație: fundamente pentru învățarea integrată

Disciplinaritatea constituie un pilon fundamental în organizarea și expansiunea cunoașterii, integrând diverse moduri de abordare și explorare a domeniilor științifice. Conceptul acoperă multiple niveluri de interacțiune între discipline, fiecare contribuind la construcția unui întreg epistemic coerent și integrat. Termeni precum monodisciplinaritate, multidisciplinaritate, interdisciplinaritate și transdisciplinaritate reflectă grade diferite de cooperare și sinteză între discipline, oferind perspective nuanțate asupra modului în care domeniile de studiu converg și se împletesc pentru a genera o înțelegere holistică și profundă a realității [1]. Această ierarhie epistemologică

nu doar că facilitează integrarea cunoașterii, dar promovează și o viziune inovatoare asupra interdependenței dintre domenii.

Monodisciplinaritatea vizează studiul structurilor cognitive interdependente în interiorul aceleiași discipline, punând accent pe formularea ipotezelor ce variază în funcție de contextul lor original și de mediul tehnic. De exemplu, prin aplicarea unei abordări monodisciplinare, un profesor de științe poate solicita elevilor să analizeze proprietățile solului și să investigheze modul în care semințele de roșii germinează în diferite tipuri de sol. În acest context, profesorul se concentrează asupra unui concept izolat (fapt, idee sau practică) care se încadrează exclusiv în cadrul unei singure discipline – științe.

Multidisciplinaritatea presupune abordarea unui concept din perspective diverse, provenite din mai multe discipline care nu sunt neapărat interconectate, dar colaborează pentru a genera rezultate educaționale comune. De exemplu, un profesor de matematică ar putea solicita elevilor, care au studiat proprietățile solului și germinarea semințelor de roșii la ora de științe, să calculeze în cadrul orei de matematică, costul achiziționării a: 2 kilograme de sol, 10 de pachete de semințe de roșii, 10 pachete de semințe de ardei.

Interdisciplinaritatea se referă la soluționarea problemelor prin cooperarea dintre două sau mai multe discipline cu scopul de a dezvolta competențe transversale de durată. De exemplu profesorii de dezvoltare personală, educație tehnologică, științe și matematică ar putea colabora pentru a implica elevii în plantarea unei varietăți de semințe în diferite tipuri de sol, având ca scop cultivarea legumelor în curtea școlii. Fiecare cadru didactic ar solicita elevilor să contribuie la soluționarea problemei colective:

- să studieze proprietățile solului și germinarea semințelor în cadrul orei de științe;
- să calculeze costul materialelor în cadrul orei de matematică;
- să prepare salate din legumele cultivate la ora de educație tehnologică;
- să elaboreze o hartă locală a școlii pentru a determina amplasarea grădinii în funcție de orientarea geografică.

Transdisciplinaritatea transcende limitele disciplinare creând noi conexiuni și oferind perspective integrative asupra realității și cunoașterii. De exemplu, elevii pot fi invitați să dezvolte un proiect antreprenorial destinat străngerii de fonduri pentru persoanele aflate în dificultate în comunitatea lor locală. Aceștia pot decide să conceapă și să construiască o grădină pentru un orfelinat, având ca scop producerea și distribuirea gratuită de alimente, contribuind astfel la sprijinul copiilor care se confruntă cu insecuritate alimentară în comunitatea respectivă. În acest context, elevii identifică o problemă complexă din realitatea cotidiană și colaborează pentru a avea o abordare comună în identificarea fenomenului sau în soluționarea problemei.

Obiectivele educaționale formulate pentru dobândirea competențelor transdisciplinare descriu un cadru pentru observarea și analizarea erorilor, cu scopul de a

oferi strategii de intervenție, soluționare și depășire a obstacolelor. Mișcarea transdisciplinară s-a scindat ca rezultat al provocărilor practice de a rezolva probleme complexe din societate [4, p. 3]. Pentru a proiecta activități integrative este esențial să fim conștienți de procesul de învățare, în special de productivitatea mentală și activitățile specifice creierului. Cadrul neurologic pentru învățare poate fi explicat prin opt domenii distincte: organizare ierarhică, cunoaștere, limbaj, memorie, funcție neuromotorie, cunoaștere socială, adaptare spațială și ordonare secvențial-temporală.

Un aspect esențial și critic al rolului profesorului „transdisciplinar” este înțelegerea punctelor forte și slabe ale elevului pentru a deveni un observator reflexiv. Comportamentul transdisciplinar implică observație directă și indirectă, precum și colaborarea între profesori și părinți, care să continue instruirea acasă.

Creierul este un organ plastic, capabil să se modifice și să „crească”. În anumite perioade este mai ușor să dezvoltăm abilități, să consolidăm punctele forte și să gestionăm provocările, în timp ce alteori acest proces poate fi mai dificil. Analiza procesului de învățare identifică domeniile în care elevul are potențial și necesită intervenție, iar analiza erorilor implică inițierea unui dialog de colaborare cu părțile interesate privind aceste nevoi de intervenție.

Este esențial ca profesorul de științe și profesorul de limba străină să comunice eficient, folosind termeni care au sens pentru elevi. Profesorul ar trebui să stăpânească elementele esențiale ale codului lingvistic pentru a simplifica și decodifica limbajul complex. Este vorba despre dezvoltarea unui vocabular comun și a unui cadru conceptual care să faciliteze o discuție despre productivitatea mentală și activitățile specifice ale creierului [2].

Transdisciplinaritatea începe cu evaluarea concretă a muncii elevului, stabilirea unor standarde pentru „munca ideală” și angajarea în procesul de ajustare și analiză a erorilor, ceea ce presupune înțelegerea parcursului elevului până la produsul final. Profesorul trebuie să discute în mod direct cu elevul despre punctele slabe și să formuleze întrebări specifice care să clarifice procesul de învățare al acestuia.

Transdisciplinaritatea dezvoltă atenția într-un mod mult mai nuanțat, implicând o serie de sisteme de control care reglează modul în care elevii se comportă, procesează informațiile și învață, precum și felul în care interacționează între ei. În cadrul integrării activităților educaționale, există trei centre diferite în creierul nostru responsabile de atenție:

- Primul este sistemul de control al energiei mentale, care ne permite să inițiem și să menținem nivelul necesar de energie cerebrală pentru învățare și comportament optim, funcționând ca un rezervor de energie pentru creierul nostru.

- Al doilea este sistemul de control al procesării, care reglează cât de mult se concentrează elevul asupra detaliilor, modul în care gestionează informațiile primite și cum le prelucrează.
- Al treilea este sistemul de control al produsului, care reglează performanțele academice și comportamentale.

Atenția monitorizează mai multe aspecte esențiale ale comportamentului elevului:

- când este alert în realizarea sarcinilor dificile,
- cum evită distragerile și rămâne concentrat pe sarcină,
- cât de bine reușește să inhibe sau să controleze impulsurile,
- cât de consecvent este în performanță și acuratețe a execuției sarcinilor,
- cum gestionează detaliile,
- cât de bine reflectează înainte de a acționa sau a începe o sarcină,
- cât de eficient își corectează greșelile.

Elevii implicați în activități transdisciplinare dezvoltă idei inovatoare și creative, folosesc logica și raționamentul pentru a rezolva probleme reale, reușesc să vadă imaginea de ansamblu, înțeleg regulile, abordează informațiile abstracte, și dețin cunoaștere socială. Ei sunt capabili să relaționeze prin interacțiuni interpersonale, se implică fără dificultate în jocuri și conversații, colaborează eficient cu colegii lor și contribuie la rezolvarea conflictelor [5].

Un profesor „transdisciplinar” trebuie să stimuleze neurodezvoltarea elevilor pentru a identifica punctele forte în procesul lor de învățare. Transdisciplinaritatea îi ajută pe elevi să își construiască propriul limbaj. Limbajul are legătură cu modul în care elevii procesează sunetele, cuvintele, propozițiile și discursul. Este crucial să facem distincția între limbajul receptiv și limbajul expresiv. Limbajul receptiv reprezintă capacitatea de a înțelege cuvinte și gesturi, în timp ce limbajul expresiv este abilitatea de a exprima gândurile prin cuvinte și propoziții. Dificultățile elevilor apar atunci când încearcă să exprime ceea ce cunosc [3].

Capacitatea de a exprima cunoștințele pe baza faptelor se desfășoară în mai multe niveluri:

- Începând cu procesarea fonologică, urmează procesarea morfologică, care facilitează înțelegerea primară a sensului,
- La nivelul propozițiilor are loc procesarea părților de vorbire,
- La nivelul macrotextului, elevii decodează cuvinte noi și își corectează tipurile de erori.

Înțelegerea învățării transdisciplinare: dinamica socială în integrarea cunoștințelor

A avea un simț al timpului sau capacitatea de a menține ordinea corectă a evenimentelor, de a rezuma poveștile în secvența corectă și de a diviza sarcinile în pași

reprezintă abilități secvențiale esențiale, asupra cărora trebuie să reflectăm. Gândirea superioară, cunoscută și sub denumirea de metacogniție- gândire de ordin superior, implică procese interconectate, care facilitează gândirea complexă și abordarea provocărilor mentale sofisticate. Dimensiunea transdisciplinară a activităților dezvoltă competențe esențiale pentru înțelegerea informațiilor secvențiale, cum ar fi cele utilizate în rezolvarea problemelor matematice [4]. Aceste competențe pot deveni instrumente utile în îmbunătățirea procesului de scriere, ajutând elevii să descompună procesul de citire în pași logici. În cadrul acestui model de dezvoltare, analizând fiecare dintre aceste constructe sau funcții cognitive pentru fiecare elev, putem observa că fiecare individ are un profil unic, cu unele funcții mai puternice și altele mai slabe.

Principalele etape de aplicare a cunoștințelor în abordarea transdisciplinară sunt următoarele:

Etapa 1. Stabilirea subiectului de cercetare

De exemplu: Aer și compoziția aerului.

Etapa 2. Identificarea problemelor

De exemplu:

- Problemă 1: *De ce este aerul un gaz esențial pentru existența umană?*
- Problemă 2: *Care sunt componentele aerului?*
- Problemă 3: *Ce factori determină schimbările în compoziția aerului, și cum influențează tehnologia schimbările climatice și care sunt soluțiile pentru a contracara acest efect?*
- Problemă 4: *Ce metode alternative pot fi implementate pentru îmbunătățirea calității aerului?*

Etapa 3. Colectarea informațiilor necesare pentru a aborda problemele din perspectiva diverselor discipline școlare (fizică, geografie, chimie, istorie, literatură, muzică etc.)

Etapa 4. Elaborarea proiectului pentru lecția integrată. Principalele repere sunt:

- a) Generalizarea informațiilor furnizate de profesor (conținuturi cognitive, relații și conexiuni între acestea: fenomene, fapte, evenimente, procese, acțiuni etc.; legături cu viața cotidiană);
- b) Identificarea competențelor ce urmează a fi dezvoltate;
- c) Selecția proiectelor de cercetare realizate de elevi pentru a răspunde la întrebările formulate;
- d) Organizarea elevilor în echipe de lucru;
- e) Sesiuni de clarificare și explicație.

Etapa 5. Program de formare: activități de cercetare și învățare pentru elevi

Etapa 6. Prezentarea rezultatelor.

Organizarea colaborativă a muncii este un aspect fundamental. Un profesor trebuie să aibă în vedere următoarele aspecte pentru a asigura o colaborare eficientă:

1. Stabilirea unor obiective specifice, realizabile și măsurabile.
2. Definirea unor reguli de bază.
3. Promovarea unei comunicări eficiente.
4. Construirea unui consens.
5. Definirea rolurilor în cadrul echipelor.
6. Clarificarea responsabilităților fiecărui membru al echipei.
7. Păstrarea unor înregistrări riguroase.
8. Monitorizarea atentă a fiecărui pas al procesului.

Concluzii

1. Transdisciplinaritatea stimulează o atenție nuanțată și complexă, activând diverse sisteme de control din creier care reglează comportamentul și procesele cognitive ale elevilor. Prin integrarea atenției, elevii devin mai capabili să-și mențină concentrarea, să gestioneze impulsurile și să performeze constant. Aceasta creează un mediu propice învățării eficiente, colaborării și creativității.
2. Un profesor transdisciplinar trebuie să înțeleagă și să valorifice punctele forte ale fiecărui elev, promovând o abordare care să dezvolte abilitățile cognitive complexe și să integreze cunoștințele din diverse domenii. Printr-o astfel de abordare elevii nu doar că rezolvă probleme reale, dar își dezvoltă competențele sociale și de colaborare contribuind la propria dezvoltare neurocognitivă.
3. Abilitățile secvențiale, precum organizarea evenimentelor în ordine cronologică și divizarea sarcinilor în pași, sunt esențiale pentru succesul academic și dezvoltarea cognitivă. Aceste competențe nu numai că facilitează gândirea logică, și abordarea structurată a problemelor, dar contribuie și la dezvoltarea capacității de scriere și citire eficientă.
4. Elevii care sunt implicați în activități transdisciplinare își dezvoltă propriul limbaj, atât receptiv, cât și expresiv, fiind esențial să facă distincția între a înțelege și a exprima cunoștințele. Transdisciplinaritatea ajută la procesarea limbajului la niveluri diferite, facilitând exprimarea clară și corectă a ideilor și gândurilor.

Exemplu de Activitate Transdisciplinară: „Dispariția albinelor și impactul asupra mediului”

Obiectiv: Să exploreze cauza și efectele dispariției albinelor prin integrarea conceptelor din biologie, ecologie și fizică, precum și prin implicațiile sociale și economice.

Plan de implementare

Etapa 1: Stabilirea subiectului de cercetare

Subiectul de cercetare va fi „Dispariția albinelor și impactul asupra mediului”. Aceasta va permite elevilor să înțeleagă importanța albinelor în ecosistem și consecințele dispariției lor.

Etapa 2: Identificarea problemelor

Elevii vor fi îndemnați să identifice problemele asociate dispariției albinelor, cum ar fi:

- **Problemă 1:** De ce sunt albinele esențiale pentru polenizare și pentru menținerea biodiversității?
- **Problemă 2:** Ce factori contribuie la dispariția albinelor (pesticide, pierderea habitatului, schimbările climatice)?
- **Problemă 3:** Cum afectează dispariția albinelor agricultura și industria locală?
- **Problemă 4:** Ce măsuri pot fi luate pentru a proteja albinele și a asigura un mediu sănătos pentru ele?

Etapa 3: Colectarea informațiilor

Elevii vor colecta informații din diverse discipline pentru a răspunde la problemele identificate. Acestea pot include:

- **Biologie:** Studii despre anatomia albinelor și rolul lor în polenizare.
- **Ecologie:** Impactul dispariției albinelor asupra ecosistemelor.
- **Fizică:** Analiza interacțiunilor fizice în procesul de polenizare.
- **Geografie:** Distribuția habitatelor albinelor și efectele urbanizării.

Etapa 4: Elaborarea proiectului pentru lecția integrate

Elevii vor lucra la un proiect care să integreze informațiile colectate, care va include:

- a) Generalizarea informațiilor prezentate de profesor despre importanța albinelor, interacțiunile ecologice și economice;
- b) Identificarea abilităților necesare, cum ar fi gândirea critică și abilitățile de colaborare;
- c) Selecția proiectelor de cercetare pe teme precum impactul pesticidelor, soluții de conservare a albinelor etc.;
- d) Organizarea în echipe de lucru pentru a explora diferite aspecte ale subiectului;
- e) Sesiuni de clarificare pentru a discuta despre progresul fiecărei echipe.

Etapa 5: Program de formare: Activități de cercetare/învățare

Elevii vor desfășura activități de cercetare, cum ar fi:

- Realizarea de experimente pentru a observa efectele pesticidelor asupra albinelor.
- Crearea de prezentări despre soluții alternative pentru protejarea albinelor.
- Interviu cu apicultori locali pentru a înțelege impactul dispariției albinelor asupra industriei.

Descrierea Activității:

Introducerea în Biologia Albinelor:

- Profesorul va prezenta elevilor informații despre rolul albinelor în ecosistem, procesul de polenizare și importanța lor pentru biodiversitate.

- Se pot folosi materiale vizuale, cum ar fi documentare sau imagini cu albine și plante polenizate.

Cauzele Dispariției Albinelor:

- Discuție în clasă despre cauzele dispariției albinelor, cum ar fi utilizarea pesticidelor, pierderea habitatului și schimbările climatice.
- Elevii pot lucra în grupuri pentru a cerceta o cauză specifică și a aduce informații relevante în discuție.

Impactul Asupra Mediului și Economiei:

- Elevii vor analiza impactul dispariției albinelor asupra ecosistemelor și agriculturii, discutând despre importanța albinelor pentru producția alimentară.
- Se poate organiza o dezbatere despre consecințele economice și sociale ale dispariției albinelor.

Experimente și Activități Practice:

- Elevii pot realiza un experiment simplu pentru a observa efectele polenizării, folosind flori și diferite tipuri de polen (de exemplu, polen de la flori diferite).
- Crearea unui „hotel pentru albine” din materiale reciclate pentru a încuraja polenizarea în jurul școlii.

Proiect Interdisciplinar:

- Elevii vor crea un proiect de grup care să includă o prezentare multimedia despre dispariția albinelor, cauzele și soluțiile posibile.
- Proiectul poate include o componentă artistică, cum ar fi realizarea unor postere sau desene care să ilustreze importanța albinelor.

Crearea de Produse:

- **Broșuri Educaționale-** despre albine, care să fie distribuite în comunitate pentru a crește conștientizarea asupra dispariției lor.
- **Campanie de Conștientizare-** în școală sau în comunitate, folosind postere, pliante și prezentări pentru a informa despre importanța albinelor.
- **Produse de Îngrijire a Mediului-** produse ecologice, cum ar fi săpunuri sau lumânări din ceară de albine, și pot organiza o vânzare pentru a strânge fonduri pentru organizații care protejează albinele.
- **Proiecte Artistice-** lucrări de artă (picturi, sculpturi) inspirate de albine și de importanța lor, care să fie expuse în școală sau în comunitate.

Reflecție și Discuție:

- La final, elevii vor discuta despre ce au învățat și despre cum pot contribui la protejarea albinelor în comunitatea lor.
- Profesorul va încuraja elevii să împărtășească idei despre acțiuni individuale sau comunitare pe care le pot întreprinde pentru a ajuta la conservarea albinelor.

Rezultate Așteptate:

- Înțelegerea rolului esențial al albinelor în ecosisteme și agricultură.
- Creșterea conștientizării cu privire la problemele de mediu și impactul activităților umane asupra biodiversității.
- Dezvoltarea abilităților de cercetare, colaborare și comunicare prin activități de grup.
- Încurajarea creativității și implicării active în soluționarea problemelor de mediu.

Etapa 6: Prezentarea rezultatelor

La final, fiecare echipă va prezenta rezultatele cercetării sale, folosind diverse formate (prezentări PowerPoint, afișe, dezbateri) pentru a împărtăși concluziile și soluțiile propuse.

Bibliografie

1. CIOLAN, L. *Învățarea integrată. Fundamente pentru un curriculum transdisciplinar*. Iași: Editura Polirom, 2008. ISBN: 978-973-46-0957-7.
2. *Ghid metodologic de aplicare la clasă a curriculumului integrat inter- și transdisciplinar pentru domeniile științific și umanist*. Proiect finanțat în cadrul Programului Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007 – 2013. MEC. Romania
3. GODWIN-JONES, R. (2009). Emerging technologies focusing on form: Tools and strategies. *Language Learning & Technology*, 13(1), pp. 5-12.
4. GIBBS P., NEUHAUSER, L., FAM, D. *Transdisciplinary Theory, Practice and Education: The Art of Collaborative Research and Collective Learning*. Springer international, 2018. ISBN: 978-3-319-93742-7.
5. NICOLESCU, B. *Transdisciplinary Learning: The Social and Political Dynamics of Knowledge Integration*. Transaction Publishers, 2008. ISBN: 978-1412810431.

PROGRAMAREA VIZUALĂ ÎN MODELAREA MATEMATICĂ A PROCESELOR ELECTROMAGNETICE: INCURSIUNI DIDACTICE STEAM

Olga TIMUȘ, lector asistent

<https://orcid.org/0000-0003-3615-9120>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău

Rezumat. Procesele electromagnetice reprezintă un aspect esențial al fizicii, având multiple aplicații în domeniile tehnologic și științific. Integrarea computerului în studiul conținuturilor de fizică facilitează simularea experimentelor care sunt greu de realizat în medii de laborator, asigurând astfel siguranța elevilor și promovând o explorare aprofundată a conceptelor prin intermediul modelărilor matematice și simulărilor interactive. Articolul de față analizează rolul programării vizuale în modelarea matematică a proceselor electromagnetice, evidențiind relevanța acestora din perspective didactice și interdisciplinare în cadrul abordărilor STEAM.

Cuvinte cheie: programare vizuală, modelare matematică, STEAM, procese electromagnetice.

Abstract. Electromagnetic processes are an essential aspect of physics, with multiple applications in technological and scientific fields. The integration of computers in the study of physics content facilitates the simulation of experiments that are difficult to conduct in laboratory settings, thus ensuring student safety and promoting a deeper exploration of concepts through mathematical modeling and interactive simulations. This article analyzes the role of visual programming in the mathematical modeling of electromagnetic processes, highlighting its relevance from both educational and interdisciplinary perspectives within STEAM approaches.

Keywords: visual programming, mathematical modeling, STEAM, electromagnetic processes.

În contextul educațional contemporan integrarea disciplinelor STEM (Știință, Tehnologie, Inginerie, Matematică) cu dimensiunile artistice (A pentru Artă) a condus la conturarea conceptului STEAM, concept ce subliniază importanța interdisciplinarității în învățare.

În cadrul orelor de fizică, temele incluse în curriculumul disciplinar sunt adesea de o complexitate ridicată, constituind o provocare semnificativă pentru mulți profesori. În plus, învățarea fizicii implică frecvent o componentă experimentală, care necesită acces la laboratoare adecvat echipate. Dificultățile logistice și resursele limitate pot împiedica desfășurarea experimentelor menite să ilustreze conceptele teoretice, ceea ce complică eforturile profesorilor de a crea un mediu de învățare dinamic și interactiv. Aceste conținuturi educaționale rămân esențiale pentru procesul de învățare, nu doar din perspectiva obiectivelor educaționale, ci și în contextul abordării STEAM.

Există studii care valorifică importanța centrării pe student în învățământul informatic universitar. În cadrul unui astfel de studiu, autoarea Burlacu Natalia menționează: "[...] intră în incidența responsabilităților de serviciu ale membrilor catedrelor [...] obligația să țină în vizor, drept obiect necondiționat al procesului său de predare-învățare-evaluare,

elaborarea și implementarea pe calculator a modelelor matematice și simularea pe calculator a diverselor fenomene de ordin socioeconomic și/sau din natură” [1]. Este cert că, și în contextul învățământului secundar general, acest obiectiv major poate fi preluat și implementat de către profesori, având în vedere că, modelările matematice și simulările computaționale contribuie semnificativ la consolidarea studiului în domeniul STEAM, în special în circumstanțele în care realizarea experimentelor practice este imposibilă. Este esențial ca aceste simulări și modelări să fie realizate în medii de programare vizuală (MPV), care să valorifice pe deplin avantajele acestei abordări. Un MPV oferă utilizatorilor o interfață intuitivă, în care componentele, precum elemente de control și opțiuni multimedia, facilitează interacțiunea cu conceptele studiate, promovând astfel înțelegerea și explorarea fenomenelor fizice.

În cadrul prezentei cercetări ne-am propus ca obiectiv explorarea aplicării programării vizuale în modelarea matematică a proceselor electromagnetice, punând în evidență atât avantajele intra- și inter- disciplinare, cât și oportunitățile didactice asociate cu această metodă inovatoare.

Conform curriculumului național de fizică, ediția 2020, studiul fenomenelor electromagnetice este propus începând cu clasa a VIII-a [2]. Ulterior, în clasa a XII-a, elevii studiază un modul dedicat exclusiv tematicii "Magnetism" [3]. Acest modul oferă o oportunitate aprofundată de a explora fenomenele magnetice, inclusiv legile care guvernează interacțiunile magnetice și aplicațiile acestora în viața cotidiană și în tehnologie.

CLASA A XII-A		
Unități de competență	Unități de conținut	Activități și produse de învățare recomandate
I. Electromagnetism		
1.1. Investigarea experimentală a acțiunii câmpului magnetic asupra conductoarelor parcurse de curent electric. 1.2. Descrierea mișcării purtătorilor de sarcină electrică în câmp magnetic. 1.3. Explicarea fenomenului de inducție electromagnetică și autoinducție. 1.4. Aplicarea formulei forței electromagnetice (Ampere), a formulei forței Lorentz, a formulei fluxului câmpului magnetic, a legii inducției electromagnetice, a regulii lui Lenz, a inductanței, a energiei câmpului magnetic la rezolvarea problemelor/situațiilor-problemă. 1.5. Identificarea domeniilor de aplicație practică a interacțiunilor magnetice, a inducției electromagnetice și a autoinducției. 1.6. Analiza rezultatelor observărilor efectuate și formularea concluziilor prin evaluarea rezultatului obținut. 1.7. Proiectarea activităților de investigație experimentală pentru/și soluționarea situațiilor-problemă. 1.8. *Explicarea calitativă a principiului de funcționare a acceleratoarelor de particule elementare. 1.9. *Utilizarea permeabilității magnetice a mediului la rezolvarea problemelor.	<ul style="list-style-type: none"> • Câmpul magnetic al curentului electric. Inducția magnetică. Mișcarea purtătorilor de sarcină electrică în câmp magnetic omogen. Aplicații practice. Spectrograful de masă • Fluxul magnetic. Inducția electromagnetică. Legea lui Faraday. Regula lui Lenz. Aplicații practice ale inducției electromagnetice • Fenomenul de autoinducție. Inductanța circuitului electric. Energia câmpului magnetic <p>*Extindere: Acceleratoare de particule elementare (Ciclotronul). Permeabilitatea magnetică a mediului. Feromagnetici, paramagnetici și diamagnetici. Aplicații</p>	<p><i>Activități de învățare:</i> <i>Reactualizarea cunoștințelor:</i> – forța electromagnetică; – regula mâinii drepte; – regula mâinii stângi.</p> <p><i>Experimente:</i> – spectrul câmpului magnetic al unui magnet permanent, al unui conductor rectiliniu, al unui solenoid și al unei spire parcurse de curent; – acțiunea câmpului magnetic asupra conductoarelor parcurse de curent electric; – demonstrarea fenomenului de inducție electromagnetică și de autoinducție; – ilustrarea regulii lui Lenz și stabilirea sensului curentului de inducție.</p> <p><i>Rezolvări de probleme privind:</i> – aplicarea formulei forței electromagnetice (Ampere), a formulei forței Lorentz, a formulei fluxului câmpului magnetic, a legii inducției electromagnetice, a regulii lui Lenz, a inductanței, a energiei câmpului magnetic.</p> <p><i>Lucrare de laborator:</i> 1) „Studiul acțiunii câmpului magnetic asupra conductoarelor parcurse de curent electric”.</p>

Figura 1. Extras din curriculum la fizică pentru clasa a XII-a [3]

Procesele electromagnetice vor fi ilustrate prin analiza mișcării purtătorilor de sarcină electrică în cadrul unui câmp electromagnetic, ajutându-ne de aplicații de concepție proprie realizate prin intermediul MPV.

Analiza mișcării electronilor în câmpuri electrice și magnetice a avut un impact major în formularea concepției actuale despre lumea microparticulelor. Una dintre cele mai semnificative utilizări pentru ilustrarea mișcării unui corp în câmp electromagnetic este ciclotronul (Figura 2), al cărui studiu este inclus în curriculumul de fizică [3].



Figura 2. Ciclotron

Conform dex [4], **ciclotronul** este: **1** Aparat care servește la accelerarea particulelor elementare, în care acestea descriu traiectorii eliptice într-un câmp magnetic și un câmp electric alternativ.

Principiul de funcționare al ciclotronului se bazează pe utilizarea unui câmp magnetic extern pentru accelerarea particulelor încărcate pe o traiectorie circulară, într-un plan perpendicular pe câmp. Această structură permite particulelor să se miște continuu, beneficiind de o frecvență de accelerare constantă. Ciclotronul este echipat cu două elemente semicirculare, cunoscute sub denumirea de duanți, între care se aplică o tensiune electrică de înaltă frecvență, facilitând astfel accelerarea particulelor. În interiorul duanților, câmpul magnetic este singurul care acționează, ceea ce determină traiectoria semicirculară a particulei în cadrul fiecărui duant.

Aplicația prezentată în *Figura 3* este dezvoltată în MPV Delphi și ilustrează modul în care, pe parcursul trecerii prin intervalul de accelerare dintre duanți, particula cu sarcină acumulează energie și își modifică raza de curbură. Această dinamică se reiterează la fiecare trecere prin intervalul de accelerare, determinând astfel ca traiectoria totală a particulei în ciclotron să fie reprezentată sub formă de spirală. În plus, aplicația permite monitorizarea vitezei pe care particula cu sarcină o dobândește în funcție de timp, oferind astfel o perspectivă detaliată asupra evoluției sale.

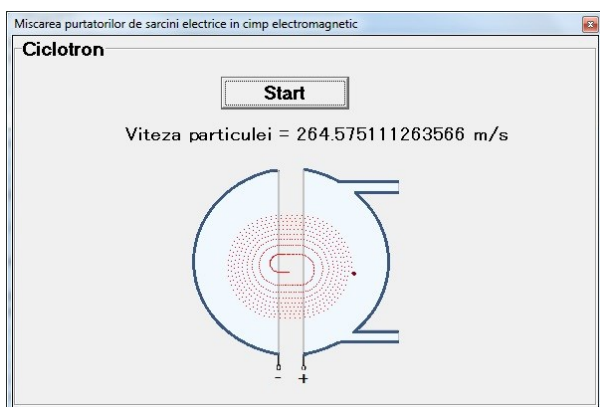


Figura 3. Modelarea mișcării unei particule în câmp electromagnetic

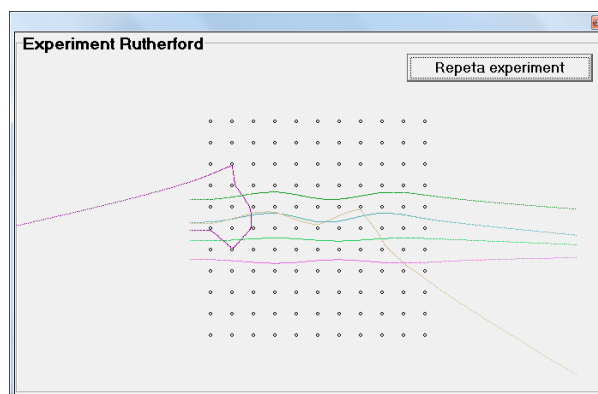


Figura 4. Experimentul Rutherford

O idee fundamentală a începuturilor fizicii nucleare a fost utilizarea radiațiilor disponibile pentru a investiga structura atomică. Ernest Rutherford a primit Premiul Nobel pentru chimie în 1908, pentru "investigațiile sale în domeniul dezintegrării elementelor și în chimia substanțelor radioactive". Pentru contribuțiile sale referitoare la structura atomului, acesta este considerat părintele fizicii nucleare [5].

Experimentul lui Rutherford a constat în bombardarea unei foițe de aur cu particule alfa, emise în urma descompunerii radioactive a atomilor de radiu. Detecția particulelor alfa s-a realizat cu ajutorul unei plăcuțe de sulf de zinc. În baza cunoștințelor disponibile la acea vreme despre structura atomică, se presupunea că majoritatea particulelor alfa vor traversa foaia de aur fără deviație, în timp ce doar o proporție foarte mică va fi deviată sub un unghi minor. Aceste așteptări se bazau pe ipoteza că sarcinile pozitive și negative din atom erau distribuite uniform, ceea ce ar conduce la o forță electrică foarte slabă asupra particulelor alfa.

Ca urmare a experimentului se observă că cele mai multe particule alfa trec fără a suferi devieri, indicând că atomul este, în cea mai mare parte, spațiu gol.

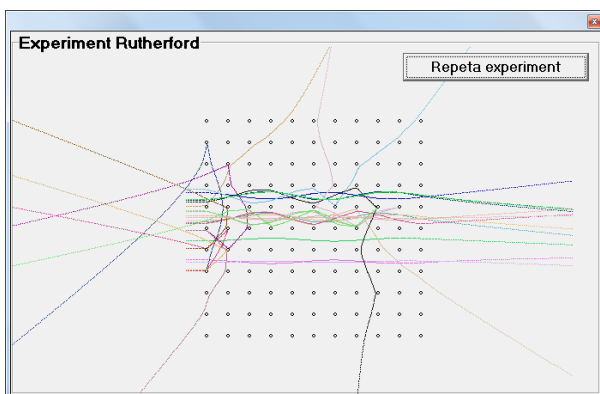


Figura 5. Repetarea experimentului Rutherford

O mică parte din particulele alfa sunt deviate sub diverse unghiuri, arătând astfel că sarcina pozitivă a atomului trebuie să fie concentrată într-o zonă foarte restrânsă a atomului. În sfârșit, o foarte mică parte a particulelor alfa sunt reflectate în direcția din care vin. Elevul are posibilitatea de a repeta experimentul acționând butonul Repetă experiment (vezi Figura 5).

În contextul exemplurilor de produse elaborate prin intermediul mijloacelor ce sprijină programarea vizuală prezentate în Figurile 3, 4 și 5, se evidențiază faptul că studiul acestei paradigme de programare este fundamental pentru dezvoltarea abilităților tehnice și creative ale elevilor. Participarea la activități de programare vizuală oferă instruiților posibilitatea de a aplica cunoștințele dobândite în domeniul STEAM. Având în vedere că pentru realizarea aplicațiilor complexe ce includ simulări este necesară elaborarea prealabilă a unui model conceptual al sistemului destinat simulării care să integreze toate variabilele implicate și relațiile dintre acestea. Această etapă facilitează o înțelegere mai bună a dinamicii sistemului, permițând identificarea interacțiunilor complexe care pot influența comportamentul acestuia.

O analiză detaliată a conceptului STEAM și a modului în care acesta este aplicat în diverse sisteme educaționale din întreaga lume este documentată în cadrul cercetării [6]. În particular, în contextul Republicii Moldova, autorii articolului evidențiază: ”Activitățile de predare-învățare fiind organizate/desfășurate în spații de instruire deschise, săli de tip „transformer”, medii/spații de unde profesorii și elevii experimentează scenarii didactice, folosind tehnologii inovative, precum: echipamentele digitale de ultimă generație, seturile de robotică educațională, tablete, senzori, medii de programare, instrumente digitale pentru formarea creativității și implementarea activităților direcționate spre dezvoltarea de digital & soft skills etc.” [6].

Programarea vizuală a câștigat o popularitate crescută datorită accesibilității și a ușurinței de utilizare, ceea ce a condus la dezvoltarea unei varietăți de medii specializate. Produsele exemplificate în prezentul articol au fost realizate în Borland Delphi, un mediu de dezvoltare integrat (IDE) recunoscut pentru funcționalitățile sale avansate de programare vizuală. Capacitatea de a crea aplicații cu interfețe intuitive și caracteristici robuste face din Delphi o alegere perfectă pentru dezvoltatorii în devenire, inclusiv în scop educațional.

Considerăm că programarea vizuală dispune de o capacitate semnificativă în pregătirea elevilor pentru disciplinele STEAM, precum și în stimularea interesului acestora pentru profesionalizarea în acest domeniu.

Experimentele prezentate mai sus vin să aducă plus valoare orei tradiționale de fizică, aducând o dimensiune practică și interactivă care sporește înțelegerea conceptelor fundamentale și stimulează curiozitatea elevilor. Dintre avantajele utilizării experimentelor pe calculator, în cadrul unei cercetări valoroase, autorii Andronic Ion și Balmuş Nicolae subliniază faptul că, „spre deosebire de instrumentele și aparatele de laborator, care au parametri tehnici rigizi (stabiliți de producător), parametrii instrumentarului virtual nu sunt limitați. Aceștia pot fi schimbați în mod controlat în limitele rezonabile impuse doar de modelul științific/matematic al fenomenului studiat” [7].

Concluzii

Complexitatea și provocările predării fizicii evidențiază necesitatea unor metode didactice inovatoare care să sprijine învățarea activă și să permită profesorilor să dezvolte strategii eficiente pentru a facilita accesibilitatea conceptelor. Utilizarea instrumentelor informatice concepute în medii de programare vizuală depășește abordările tradiționale, constituind un pas important către o educație holistică, pregătind elevii pentru provocările secolului XXI. Software-le prezentate în articol oferă o vizualizare clară a interacțiunilor complexe dintre sarcinile electrice și câmpurile electromagnetice, evidențiind influența acestora asupra comportamentului particulelor încărcate.

Prin abordarea STEAM, educația devine o experiență integrată, care nu numai că facilitează învățarea conceptelor complexe, dar și dezvoltă abilități esențiale precum rezolvarea problemelor, comunicarea eficientă și adaptabilitatea, pregătind astfel elevii să contribuie activ la inovațiile din diverse domenii.

Bibliografie

1. BURLACU, N. Învățarea centrată pe student în formarea profesională la specialitățile Informatică și Tehnologii informaționale. In: *Revistă de științe socioumane*, 2016, nr. 1(32), pp. 45-51. ISSN 1857-0119. Disponibil: https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/43757
2. MECC. Curriculum național la Fizică, cl. VI-IX. Curriculum disciplinar. Ghid de Implementare. Chișinău, 2020.
3. Ministerul Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova. Curriculum național la Fizică, Astronomie, cl. X-XII. Curriculum disciplinar. Ghid de Implementare. Chișinău, 2020.
4. <https://dexonline.ro/definitie/ciclotron/definitii> (accesat la data de 15.10.2024)
5. <http://www.scientia.ro/fizica/63-atomul/274-modelul-atomic-al-lui-rutherford.html> (accesat la data de 09.10.2024)
6. BURLACU, Natalia, IRIMICIUC, Silviu Dan. Validarea conceptului STE(A)M din perspectiva modelelor ecosistemice de învățare. În: *Materiale din a XV-cea Conferință Națională de Învățământ Virtual „VIRTUAL LEARNING – VIRTUAL REALITY. Tehnologii Moderne în Educație și Cercetare*, București, România, 26-27 Octombrie, 2018. pp. 120-126. 362 p. ISSN 1842-4708. Disponibil la: [https://www.researchgate.net/publication/365236602_Validarea_conceptului STEA M din perspectiva modelelor ecosistemice de invatare](https://www.researchgate.net/publication/365236602_Validarea_conceptului_STEA_M_din_perspectiva_modelelor_ecosistemice_de_invatare)
7. ANDRONIC, I., BALMUȘ, N. Softuri educaționale pentru manualele digitale interactive de fizică. In: *Microelectronics and Computer Science*, Ed. 9, 19-21 octombrie 2017, Ch., RM: Universitatea Tehnică a Moldovei. pp. 364-365. ISBN 978-9975-4264-8-0. Disponibil la: https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/55434

Section IV.

**Integration of STEAM
in the process of studying
biology, chemistry and geography**

Secția IV.

**Integrarea STEAM
în procesul de studiere
a biologiei, chimiei și geografiei**

INTEGRAREA TEHNOLOGIILOR DIGITALE ÎN EDUCAȚIA STEAM: EXPERIENȚE ȘI BUNE PRACTICI DIN CADRUL „CLASEI VIITORULUI”

Victoria CALISTRU, formator

<https://orcid.org/0009-0004-0584-885X>

Centrul Național de Inovații Digitale în Educație ”Clasa Viitorului”

Victoria BELOUS, asistent universitar

<https://orcid.org/0009-0000-8074-4824>

Centrul Național de Inovații Digitale în Educație ”Clasa Viitorului”

Alexandru OBADĂ, formator

<https://orcid.org/0000-0003-3279-870X>

Centrul Național de Inovații Digitale în Educație „Clasa Viitorului”

Rezumat. Într-o lume în continuă schimbare, integrarea tehnologiilor digitale în educație devine o necesitate, iar abordarea STEAM oferă o metodă inovatoare de a pregăti elevii pentru provocările viitorului. Astfel, articolul explorează experiența rețelei „Clasa Viitorului” din Republica Moldova, unde profesorii utilizează echipamente avansate precum *Mozaweb*, *Globisens* și *PocketLab* pentru a transforma lecțiile tradiționale în experiențe interactive și aplicate.

Cuvinte-cheie: tehnologii inovative, educație STEAM, trend educațional, Clasa Viitorului.

Abstract. In a rapidly changing world, integrating digital technologies into education has become a necessity, and the STEAM approach offers an innovative way to prepare students for future challenges. This article explores the experience of the "Future Classroom" network in the Republic of Moldova, where teachers use advanced tools such as *Mozaweb*, *Globisens*, and *PocketLab* to transform traditional lessons into interactive and practical learning experiences.

Keywords: innovative technologies, STEAM education, educational trend, Future Class Lab.

Ajunși în al treilea deceniu al secolului 21, observăm cum progresul tehnologic avansează cu pași grăbiți, iar tehnologiile digitale influențează aspectele sociale, politice dar și cele educaționale. În zilele de azi „tehnologia este un factor ce dictează și trendul schimbărilor în educație” [1], iar cadrele didactice ca și exemple ale educației trebuie să mențină pasul cu tehnologiile noi. Necesitatea de a studia și de a preda prin intermediul tehnologiilor reiese mai mult din factorul social și economic, deoarece generațiile de astăzi, tot mai mult influențate de instrumente digitale, cunoscuți și sub definiția de „nativi digitali”, astfel, metodele de predare ale secolului precedent nu se mai aplică și în prezent din cauză că și profesiile de astăzi includ interacțiunea cu tehnologii avansate. Marc Prensky în lucrarea sa [2] argumentează că schimbările tehnologice rapide din societate au determinat o discrepanță majoră între mediul școlar și cel extrașcolar.

În timp ce elevii sunt mai puțin interesați în activitățile școlare tradiționale, aceștia manifestă un interes sporit față de activități din afara școlii, precum jocuri video sau

proiecte de robotică. Aceste activități le permit să-și urmeze pasiunile și să dobândească abilități relevante pentru viitor, într-un mod informal, fără constrângerile mediului educațional formal.

În lucrare ne propunem să analizăm eficiența utilizării tehnologiilor digitale în procesul de predare, cu scopul de a facilita o înțelegere profundă și aplicabilă a materiilor disciplinare. Vom investiga modalitățile prin care tehnologiile digitale pot fi integrate în curriculele școlare pentru a îmbunătăți accesul la informație, pentru a personaliza învățarea și a asigura interactivitatea, contribuind astfel la formarea unor absolvenți mai bine pregătiți pentru provocările și oportunitățile secolului 21. Articolul este elaborat în cadrul subprogramului de cercetare „Digitalizarea procesului de formare inițială a cadrelor didactice pentru asigurarea unui demers didactic eficient, în context cu solicitările pieței muncii”, cod 040102, a Universității Pedagogice de Stat „Ion Creangă” din Chișinău (2024-2027).

Pentru a înțelege mai bine necesitatea de integrare a tehnologiilor educaționale ne vom referi mai întâi la cazul țărilor baltice și în special la experiența estoniană. Estonia este recunoscută drept una dintre cele mai avansate societăți digitale, iar succesul său în integrarea tehnologiilor în educație este un exemplu de strategie națională de digitalizare bine planificată. [3] Implementarea unui sistem educațional digital eficient în această țară s-a desfășurat printr-o serie de etape-cheie și inițiative, cum ar fi programul „Tiger Leap” și dezvoltarea Sistemului Informațional pentru Educație din Estonia (EHIS). [ib., pag. 44] De la introducerea programului Tiger Leap, toate școlile din Estonia au beneficiat de echipamente IT și acces la internet. Acest acces egal a eliminat disparitățile regionale sau economice, asigurând că toți elevii beneficiază de oportunități similare de învățare, prin aceasta elevii au acces la materiale digitale interactive, facilitând învățarea continuă și consolidarea cunoștințelor chiar și în afara orelor de clasă. [ib., pag. 45] Toate aceste inovații digitale se regăsesc în prezent în abordarea interdisciplinară STEAM.

Tehnologiile digitale educaționale și abordarea STEAM (Știință, Tehnologie, Inginerie, Arte și Matematică) se completează reciproc, oferind noi oportunități pentru un proces educațional interactiv, aplicativ și interdisciplinar. [4] Documentele analizate subliniază multiple exemple și modele care arată cum integrarea tehnologiei sprijină predarea prin educația STEAM, transformând lecțiile în experiențe captivante care stimulează curiozitatea, creativitatea și rezolvarea de probleme.

În cadrul inițiativei „Clasa Viitorului” din Republica Moldova, accentul cade pe integrarea unor tehnologii educaționale interactive care sprijină abordarea interdisciplinară STEAM. Aceste tehnologii nu doar că transformă procesul educațional într-unul mai captivant și aplicat, dar pregătesc elevii și profesorii pentru provocările unei societăți digitale.

Tehnologiile utilizate în „Clasa Viitorului” aduc multiple beneficii pentru elevi și profesori, și anume:

- *învățare activă și aplicată*: elevii nu doar învață teorie, ci și experimentează direct conceptele, ceea ce consolidează înțelegerea profundă a acestora;
- *motivare și implicare sporită*: prin activități interactive și proiecte captivante, elevii devin mai implicați și mai motivați să exploreze noi domenii;
- *formarea de competențe digitale*: utilizarea tehnologiilor moderne le dezvoltă elevilor competențe esențiale pentru piața muncii, precum programarea și analiza datelor;
- *dezvoltarea abilităților de colaborare*: proiectele interdisciplinare încurajează lucrul în echipă, pregătindu-i pe elevi pentru munca în medii colaborative.

În cadrul activităților centrului „Clasa Viitorului” se numără și excursiile școlare, unde profesorii împreună cu elevii se înregistrează preventiv pentru o lecție publică pe un anumit subiect disciplinar. Pentru fiecare astfel de excursie sunt prezentate tehnologii digitale în scopuri educaționale, iar printre acestea se numără:

- *Mozaweb* - platformă educațională cu o varietate de modele 3D, animații, teste, jocuri didactice;
- *Globisens* (labidisc) – laboratoare portative sferice, dotate cu senzori interni și externi;
- *Drone Educaționale Tello* - drone programabile dotate cu senzori interni;
- *Imprimante 3D* - imprimantă pe tehnologie FDM (Fused Deposition Modeling).

În lucrare ne axăm în special pe tehnologiile care sunt prezente în instituțiile din rețeaua „Clasa Viitorului” (<https://www.clasaviitorului.md/retea/>). A fost analizat impactul utilizării platformei *Mozaweb*, pilotat în 15 instituții de învățământ cu scopul de a încuraja profesorii și elevii să utilizeze instrumente digitale în procesul de predare la disciplina curriculară. Experiența utilizată a vizat instruirea a câte trei profesori din fiecare instituție, mentorat pe parcursul anului despre metodele de utilizare, și elaborarea a câte un proiect didactic care l-au aplicat mai apoi în predarea la clasă. Astfel, în urma sondajului au fost obținute următoarele rezultate: creșterea nivelului de înțelegere (92%) și a implicării elevilor (87%), factori ce au determinat ca elevii să fie activi și motivați în cadrul orelor, dat fiind faptul că aceștia utilizau dispozitive mobile pentru realizarea sarcinilor practice. *Mozaweb* deține animații și modele 3D interactive pentru discipline precum chimie, biologie și fizică, care facilitează o înțelegere mai bună a părții teoretice expuse în manuale, iar partea aplicativă este integrată direct prin instrumentele digitale, de exemplu structura chimică a elementelor, chimia organică (https://www.mozaweb.com/ro/Extra-Animatii_3D-Aminoacizi-170439).

Formatorii „Clasei Viitorului” folosesc *Mozaweb* pentru a crea scenarii de învățare dinamice, în care elevii interacționează direct cu conținutul educațional, ceea ce le stimulează curiozitatea și dorința de a explora în mod autonom.

O altă tehnologie *Globisens*, utilizată în cadrul activităților din rețeaua „Clasa Viitorului”, reprezintă un laborator mobil multifuncțional, creat pentru a susține învățarea practică și pentru a permite elevilor să realizeze experimente complexe în cadrul lecțiilor de științe, inclusiv chimie, biologie și fizică. Această tehnologie este utilizată pentru a înregistra date exacte în timp real printr-o varietate de senzori interni și externi, contribuind astfel la o mai bună înțelegere a proceselor naturale și chimice. Un studiu realizat în Estonia [5] prezintă modul în care utilizarea tehnologiei *Globisens* în procesul educațional a contribuit la îmbunătățirea competențelor practice și cognitive ale elevilor. Cercetarea s-a concentrat pe integrarea platformei *Labdisc* în cadrul lecțiilor de științe și a demonstrat că tehnologia poate transforma în mod semnificativ predarea clasică într-un proces interactiv și aplicat. În cadrul acestui studiu, cercetătorii studiului au implementat *Globisens Labdisc* în mai multe școli estoniene, în special la lecțiile de chimie, biologie și fizică. Obiectivul a fost să determine modul în care experimentele bazate pe senzori influențează învățarea elevilor. Astfel, ca urmare, au fost identificate mai multe beneficii directe ale utilizării acestor tehnologii, precum: „o mai bună înțelegere a conceptelor teoretice atunci când au putut experimenta direct și au avut acces la date măsurabile; o creștere semnificativă a motivației elevilor, aceștia devenind mai implicați și mai curioși în cadrul lecțiilor; proiectele realizate în echipe au sprijinit lucrul colaborativ, dezvoltând abilități sociale și de cooperare” [ib., pag. 116].

Un exemplu concret de utilizare a tehnologiei *Globisens BioChem* în școală este lecția despre „*Calciul și compușii săi*” [6], desfășurată la clasa a 9-a. În cadrul acestei teme, elevii studiază compușii esențiali ai calciului, cum ar fi oxidul de calciu (varul), hidroxidul de calciu, sulfatul de calciu (gipsul) și carbonatul de calciu (calcarul și creta). Prin utilizarea senzorilor din echipamentul *Globisens*, profesorii transformă în mod facil această temă într-o experiență de învățare interactivă și aplicată. De asemenea, în cadrul lecției, elevii pot desfășura experimente pentru a studia comportamentul hidroxidului de calciu (Ca(OH)_2) și al carbonatului de calciu (CaCO_3) în diferite condiții, utilizând *Labdisc Biochem* pentru a măsura nivelurile de CO_2 și O_2 pe parcursul experimentelor. În contextul experimentului, elevii adaugă acid clorhidric (HCl) la carbonatul de calciu, provocând următoarea reacție: $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

În cadrul măsurărilor senzorul de CO_2 din *Labdisc* înregistrează nivelul gazului eliberat în timpul reacției. Astfel, elevii observă cum se schimbă concentrația CO_2 în timp real pe ecranul dispozitivului, iar în urma observațiilor aceștia pot expune idei bazate pe analiza datelor.

Utilizarea *Globisens* în „Clasa Viitorului” adaugă o dimensiune nouă procesului educațional, oferind experimente avansate și analize precise care sprijină predarea interdisciplinară. În cadrul lecțiilor de chimie, cum ar fi studiul compușilor calciului, elevii

beneficiază de o învățare aplicată, care le dezvoltă competențe esențiale pentru viitor. Prin astfel de experiențe, tehnologia *Globisens* nu doar că îmbunătățește înțelegerea științei, dar îi pregătește pe elevi pentru a deveni inovatori și cercetători activi în domeniul tehnologic și științific.

În concluzie, educația STEAM, sprijinită de tehnologiile digitale, reprezintă o direcție esențială pentru dezvoltarea unui sistem educațional modern și adaptat cerințelor actuale. Integrarea platformelor inovatoare precum *Mozaweb* și a laboratoarelor mobile *Globisens* adaugă o dimensiune practică și interactivă procesului educațional, stimulând gândirea critică, creativitatea și colaborarea între elevi. Modelul educațional adoptat în Republica Moldova sub egida „Clasei Viitorului” pune accent pe colaborarea între elevi și profesori, oferind resurse digitale accesibile și oportunități de învățare aplicată. Succesul proiectelor STEAM susține ideea că educația trebuie să fie adaptată dinamicii pieței muncii și nevoilor unei societăți în continuă schimbare. Acest demers transformă sala de clasă într-un spațiu de inovație, unde tehnologia devine un partener esențial al educației, pregătind elevii să devină cercetători activi și inovatori.

Bibliografie

1. SPECTOR, C. How technology is reinventing education. În: *Stanford Report*, 14.02.2024. [citat 10.10.2024]. Disponibil: <https://news.stanford.edu/stories/2024/02/technology-in-education>.
2. PRENSKY, M. *Teaching Digital Natives: Partnering for Real Learning*, Edit. Corvin, 2010. [citat 12.10.2024]
3. Raport OECD (2020), Strengthening the Governance of Skills Systems: Lessons from Six OECD Countries, OECD Skills Studies, pag. 40, Paris. [citat 10.10.2024]. Disponibil: <https://doi.org/10.1787/3a4bb6ea-en>.
4. HAJDEU, M. Impactul Tehnologiilor Educaționale Moderne în Formarea Competenței Matematice la Elevii din Învățământul Profesional Tehnic Postsecundar Nonterțiar (Viitori Învățători). Teză de doctor. Chișinău, 2022. 135 p., Concluzii capitol 3. [citat 13.10.2024].
5. KORI, K; PATA, K. Training teachers to use globisens labdiscs for citizen science projects in school. În materialele conferinței: International Technology, Education and Development Conference, 2020, Spania, Valencia, pag. 111-119. [citat 14.10.2024].
6. DRAGALINA, G. et.al, *Chimie, manual pentru clasa a 9-a*; Edit. Arc, Chișinău, 2016, pag. 41. [citat 14.10.2024].

POTENȚIALUL TURISTIC GASTRONOMIC VALORIFICAT PRIN PROIECTE STEAM – EXEMPLE DE BUNE PRACTICI

Lucia CĂPĂȚÎNĂ, doctor, lector universitar

<https://orcid.org/0000-0001-5456-2701>

Catedra Geografie și Turism

Elena SOCHIRCĂ, doctor, conferențiar universitar

<https://orcid.org/0000-0002-7716-4842>

Catedra Geografie și Turism

Vitalie DILAN, MSc, asistent universitar

<https://orcid.org/0000-0001-6861-973X>

Catedra Geografie și Turism

Rezumat. Proiectele educative integrate STEAM angajează elevii într-o investigație bazată pe cercetare transdisciplinară și cooperare. Conținuturile ce vizează turismul gastronomic poate fi explorat prin realizarea diferitor proiecte STEAM, realizându-se conexiuni inter- și transdisciplinare cu domeniile STEAM, dar și alte discipline școlare, precum Geografia, Educația tehnologică, Informatica, Matematica, Arte plastice, acest fapt reprezentând o oportunitate reușită de a combina inovația, creativitatea și educația cu experiențele culinare și culturale. Proiectele STEAM axate pe turismul gastronomic pot fi realizate de către elevi în calitate de activități școlare.

Cuvinte - cheie: STEAM, turism gastronomic, experiențe culinare, inovație.

Abstract. Integrated STEAM educational projects engage students in an inquiry based on transdisciplinary research and cooperation. The contents aimed at culinary tourism can be explored by carrying out different STEAM projects, making inter- and transdisciplinary connections with the STEAM fields, but also other school subjects, such as Geography, Technological Education, Computer Science, Mathematics, Plastic Arts; this fact representing an opportunity managed to combine innovation, creativity and education with culinary and cultural experiences. STEAM projects focused on culinary tourism may be carried out by students as school activities.

Keywords: STEAM, culinary tourism, culinary experiences, innovation.

Pe măsură ce inteligența artificială ia amploare, importanța educației STEAM (știință, tehnologie, inginerie, arte și matematică) prin învățarea bazată pe proiecte devine din ce în ce mai evidentă. Progresul rapid al tehnologiilor oferă, de asemenea, noi oportunități pentru eficientizarea experienței educaționale. Cu toate acestea, în ciuda creșterii gradului de conștientizare a valorii educației STEAM, există în continuare un deficit de cercetări cu privire la modul de a încorpora în mod eficient aceste tehnologii emergente și de a cultiva competențe esențiale ale secolului XXI la elevi.

În anul 2006, Parlamentul European și Consiliul UE au adoptat Recomandarea privind competențele-cheie pentru învățarea pe tot parcursul vieții. În recomandarea

menționată, statele membre au fost invitate „să dezvolte furnizarea de competențe-cheie pentru toți ca parte a strategiilor lor de învățare pe tot parcursul vieții, inclusiv strategiile lor de realizare a alfabetizării universale” [7].

În anul 2018 a fost revizuit setul de competențe-cheie necesare pentru împlinirea pe plan personal, o stare bună de sănătate, capacitate de inserție profesională și incluziunea socială din perspectiva evoluțiilor sociale și economice, dar și a diferitelor inițiative care au avut loc în Europa pe parcursul ultimului deceniu. S-a acordat o atenție deosebită creșterii motivației tinerilor pentru a îmbrățișa o carieră în domeniul științelor, respectiv a fost redactată denumirea competenței-cheie *”Competențe în științe, tehnologie și matematică”* în *”Competențe în științe, tehnologie, inginerie și matematică”*, punându-se accentul pe educația STEM și educația inginerescă. Ceea ce diferențiază educația STEAM de educația tradițională (axată doar pe științe și matematică) este învățarea bazată pe proiecte, lucrul în echipă, rezolvarea problemelor din viața reală și orientarea spre cariere STEAM.

Abordarea STEAM vine să acopere nevoile reale ale societății în care trăim și urmărește pregătirea elevilor pentru meseriile STEAM de mâine. Proiectele educative integrate STEAM angajează elevii într-o investigație bazată pe cercetare transdisciplinară și cooperare. Cadrul de învățare STEAM realizează conexiuni între școală, comunitate și câmpul muncii, iar tipologia activităților propuse în cadrul unor astfel de proiecte motivează elevii să descopere lumea prin prisma unui cercetător.

Prezentăm, în cele ce urmează, exemple de bune practici prin proiecte educaționale care pot fi adaptate și aplicate în ciclul gimnazial și liceal în cadrul unor unități de învățare integrate la disciplinele școlare precum Matematica, Geografia, Educația tehnologică ș.a. Tematica proiectelor propuse face apel la învățarea experiențială, respectiv la învățarea prin implicarea directă a elevilor în rezolvarea unor probleme reale și stringente ale comunităților în care trăiesc. Iar ca rezultat al globalizării, comunitățile locale au tendința de a se dezvolta și de a implementa inovații și tehnologii pentru a asigura un trai decent, dar în același timp au rolul de a păstra autenticitatea; pentru a rămâne autentice, comunitățile sunt obligate de a conserva tradițiile și obiceiurile locale, iar aceste valori trebuie transmise noilor generații pentru a fi capabili să înțeleagă și, ulterior, să le transmită generațiilor următoare. În studiul dat vor fi prezentate exemple de proiecte posibile de aplicat cu elevii în scopul conservării, valorificării, dar și promovării patrimoniului turistic gastronomic.

Patrimoniul gastronomic al unei destinații turistice prezintă interes datorită a trei aspecte:

1. Serviciile de alimentare reprezintă parte a necesităților de bază ale unui turist: odată ajuns la destinație turistului trebuie să i se ofere posibilități de a-și satisface nevoia primară

- de alimentare. În acest caz, serviciile de alimentare pot convinge turistul să mai revină dacă i se prezintă oferte unice, bucate tradiționale

2. Vacanțe gastronomice sau destinații gastronomice: în cazul categoriei de turiști pasionați de gastronomie, specificul gastronomic va fi cel determinant în alegerea destinației. Astfel de destinații se caracterizează prin unicitate, utilizarea de produse locale în prepararea acestora, sau se pot remarca prin modul de servire și rețetele originale ce stau la baza pregătirii bucatelor.

3. Gastronomia - ca element al artei și al patrimoniului cultural al unei destinații: prin diversitatea bucatelor tradiționale se prezintă tradițiile de secole transmise din generație în generație atât pe partea de ingrediente utilizare, cât și la partea de tehnici aplicate la prepararea acestora, astfel că o parte din ele ajung a fi apreciate la nivel internațional sau național prin a fi incluse fie în Lista patrimoniului mondial UNESCO (ex. “borșul ucrainean”, care a fost inclus în 2022 în Listă) sau în lista Denumirilor cu Origini Protejate a AGEPI (“sarmalele pitici de Lalova”) [3, 8]. De asemenea, două destinații turistice limitrofe cu potențial turistic natural asemănător ar putea înregistra flux diferit de turiști tocmai datorită potențialului gastronomic al acestuia - calitatea serviciilor turistice și gradul de satisfacție a turistului poate fi apreciat prin prisma gastronomiei.

Studiile recente arată că destinațiile turistice gastronomice sunt în creștere deoarece acestea nu sunt orientate doar spre dezvoltarea turismului gastronomic, dar și pe creare de experiențe unice. Asociația Mondială a Turismului Gastronomic menționează că e dificil de estimat numărul total de turiști care practică turismul gastronomic, dar cu siguranță minim 25% din cheltuielile fiecărui turist sunt orientate spre turism și experiențe gastronomice, iar în cazul în care turistul are ca motivație de bază gastronomia aceste cheltuieli cresc [11]. Turismul gastronomic prin particularitățile sale se aliniaza la Agenda 2030 și contribuie la atingerea celor 17 Obiective de Dezvoltare Durabilă. Totodată, la nivel internațional sunt lansate diverse inițiative cu scopul de a stimula dezvoltarea destinațiilor turistice gastronomice. De exemplu, una din inițiative aparține Asociației Mondiale a Turismului Gastronomic ce stabilește standardele de excelență și inovație în domeniu prin organizarea competiției internaționale Premiile Globale pentru Turism Culinar, iar în anul 2023 în lista laureaților s-au regăsit și destinații din Republica Moldova: pensiunea Eco Resort Butuceni, recunoscută pentru “cea mai bună experiență agricolă sau rurală pentru călătorii culinari” și hotelul BERD’S Chișinău MGallery Hotel Collection pentru „cea mai bună experiență în materie de băuturi pentru călătorii culinare” [6].

În cazul Republicii Moldova turismul gastronomic a fost identificat ca una din formele motivaționale de turism prioritare care este inclus în oferta turistică a țării [4, 5]. Festivalurile și evenimentele promovează gastronomia ca element al autenticității unei destinații. Turiștii care fac parte din categoria “gurmanzi”, suplimentar mai pot fi interesați

de turismul vitivinicol, dar în mare parte turismul gastronomic foarte ușor poate fi transformat în turismul de experiențe prin organizarea de târguri gastronomice, ateliere culinare (master-classuri) de preparare a bucatelor (ex. pregătirea plăcintelor, împletitul sarmalelor, pregătirea cornulețelor umplute cu vișină sau dulceață de gutui/ de trandafir etc.). În scopul perpetuării acestor tradiții culinare, elevii pot fi implicați prin elaborarea a diverselor proiecte pe tema turismului gastronomic contribuind direct prin studierea rețetelor tradiționale, tehnicilor aplicate în procesul de producție, documentarea privind istoricul anumitor bucate tradiționale sau a ingredientelor locale ce pot fi utilizate pentru a păstra autenticitatea acestora.

Conținuturile ce vizează **potențialul turistic național și mondial** sunt abordate, în special, la disciplina școlară Geografie. În curriculum-ul disciplinar la Geografie, ediția 2019, competențele specifice la Geografie au fost elaborate în baza competențelor-cheie/transversale prevăzute de documentele naționale (art. 11. Finalitățile educaționale din Codul educației) și a competențelor-cheie pentru învățarea pe tot parcursul vieții recomandate de Consiliul Europei (Bruxelles, 22 mai 2018). Competența specifică care realizează conexiunea cu potențialul turistic este cea cu numărul 5: **Valorificarea patrimoniului natural și cultural, sub aspect social, intercultural, antreprenorial demonstrând spirit civic**. Corelarea dintre competența-cheie **Competențele de sensibilizare și expresie culturală** și competența specifică **Valorificarea patrimoniului natural și cultural sub aspect social, intercultural, antreprenorial, demonstrând spirit civic** la Geografie este prezentată în tabelul 1.

Tabelul 1. Corelarea dintre competențele - cheie și competențele specifice la Geografie

Competențele specifice la Geografie	Competențele-cheie din Codul educației al Republicii Moldova (2014)	Competențele-cheie pentru învățarea pe tot parcursul vieții recomandate de Consiliul Europei (Bruxelles, 2018)
4. Investigarea spațiului geografic prin conexiuni interdisciplinare, din perspectiva educației pe tot parcursul vieții	<i>d) Competențe în matematică, științe și tehnologie;</i> <i>g) Competențe sociale și civice.</i>	<i>3. Competențe în domeniul științei, tehnologiei, ingineriei și matematicii;</i> <i>5. Competențe personale, sociale și de a învăța să înveți.</i>
5. Valorificarea patrimoniului natural și cultural sub aspect social, intercultural, antreprenorial, demonstrând spirit civic	<i>g) Competențe sociale și civice;</i> <i>h) Competențe antreprenoriale și spirit de inițiativă;</i> <i>i) Competențe de exprimare culturală și de conștientizare a valorilor culturale.</i>	<i>5. Competențe personale, sociale și de a învăța să înveți;</i> <i>6. Competențe cetățenești;</i> <i>7. Competențe antreprenoriale;</i> <i>8. Competențe de sensibilizare și expresie culturală.</i>

Sursa: [2]

Conținuturile ce vizează turismul și potențialul turistic poate fi explorat prin realizarea diferitor proiecte STEAM, realizându-se conexiuni inter- și transdisciplinare cu domeniile STEAM, dar și alte discipline școlare, precum Geografia, Educația tehnologică, Matematica, Științe ș.a., acest fapt reprezentând o oportunitate reușită de a combina inovația, creativitatea și educația cu experiențele culinare și culturale.

Proiectele STEAM axate pe turismul gastronomic ar putea fi realizate de către elevi în calitate de activități școlare. Prezentăm mai jos un exemplu de fișă de activitate pentru dezvoltarea abilităților STEAM prin activități experimentale [9].

Fișă de activitate - dezvoltarea abilităților STEAM prin activități experimentale

- 1) **Citirea unui text, urmărirea unui video etc.**
- 2) **De ce/Cum se întâmplă/produce...?** Problema/sarcină de realizat (formularea ei de către profesor).
- 3) **Ce știi despre...?** Identificarea cunoștințelor anterioare.
- 4) **Cu ce voi lucra?** Materiale puse la dispoziție de profesor.
- 5) **Ce vreau să aflu? (reflecție și documentare):** elevii trebuie să se documenteze până a doua zi cu privire la proiectarea dispozitivului experimental: Cum vor utiliza materialele disponibile pentru a rezolva problema/sarcina?
- 6) **Ce cred că se va întâmpla? Ce cred că pot realiza?** Ipoteză/Soluție prefigurată (prototip)
- 7) **Ce fac? (Testarea ipotezei/ Realizarea proiectului).** Fiecare elev prezintă modul în care s-a gândit să folosească materialele disponibile pentru a rezolva problema/sarcina.
- 8) **Ce am învățat?** Explicație - Concluzie - Reflecție. Ce mai pot învățat. Aplicații - Optimizarea proiectului.

Notă: etapele 1-4 se realizează în clasă, la prima oră de activitate în proiect, iar etapele 5-8 se realizează acasă.

Tema proiectului: Inovație și tradiție în turismul gastronomic

Grupul-țintă: elevii claselor liceale.

Elevii vor crea o experiență de turism gastronomic care îmbină tradițiile culinare locale cu tehnologiile moderne și conceptele STEAM (Știință, Tehnologie, Inginerie, Arte și Matematică). Proiectul va pune accent pe explorarea științifică a preparării mâncării, utilizarea tehnologiei pentru a îmbogăți experiența culinară și pe prezentarea artistică a mâncării. Scopul este de a concepe o experiență care să fie atât educativă, cât și atractivă pentru turiști.

Obiective:

- Aplicarea cunoștințelor științifice în prepararea și prezentarea alimentelor.

- Utilizarea tehnologiilor moderne pentru a îmbunătăți experiența turistică (de exemplu, realitatea virtuală, imprimare 3D a alimentelor, aplicații mobile).
- Crearea unui design artistic pentru prezentarea mâncării și a locului.
- Dezvoltarea abilităților matematice pentru optimizarea costurilor și resurselor.
- Învățarea conceptelor de sustenabilitate în turismul gastronomic.

Descrierea etapelor ce urmează a fi realizate de elevi, la unele etape fiind necesară intervenția profesorului:

1. **Citirea unui text, urmărirea unui video etc.** despre gastronomia locală a unei regiuni.
2. **De ce/Cum se întâmplă/produce...?** Problema/sarcină de realizat (formularea ei de către profesor).
 - Cercetați procesele chimice implicate în gătitul tradițional (fermentație, reacția Maillard etc.). Alegeți o rețetă tradițională și explicați științific procesul de gătit.
 - Studiați cum se folosesc tehnologiile moderne în turismul gastronomic (de exemplu, realitate augmentată, tururi virtuale, imprimare 3D de alimente). Alegeți o tehnologie pe care să o integrați în experiența turistică.
3. **Ce știi despre...?** Identificarea cunoștințelor anterioare, de exemplu, despre meniul tematic; turul gastronomic; bucate tradiționale.
4. **Cu ce voi lucra?** Materiale puse la dispoziție de profesor. Tehnologie: Acces la calculatoare, aplicații VR/AR (dacă este posibil), materiale pentru imprimarea 3D (opțional); materiale artistice: ustensile pentru plating și design culinar, materiale vizuale pentru decor; ingrediente alimentare: produse tradiționale locale și materiale pentru prepararea meniului; instrumente de măsurare și calcul: pentru aspectele științifice și matematice.
5. **Ce vreau să aflu? (reflecție și documentare):** elevii trebuie să se documenteze până a doua zi cu privire la proiectarea dispozitivului experimental: Cum vor utiliza materialele disponibile pentru a rezolva problema/sarcina?
 - Conceperea unui meniu care îmbină elementele tradiționale locale cu inovații culinare.
 - Explicarea științifică a fiecărui fel de mâncare propus și descrierea proceselor chimice implicate.
 - Proiectarea unei prezentări artistice a mâncării (plating, decorarea mesei, alegerea unui stil vizual) și a locului unde turiștii vor experimenta turismul gastronomic.
 - Realizarea unei machete digitale sau a unei prezentări vizuale care să integreze elemente de artă, lumină și sunet pentru a crea o experiență multisenzorială.

- Calcularea costurilor pentru implementarea experienței turistice (ingrediente, echipamente tehnologice, resurse artistice).
6. **Ce cred că se va întâmpla? Ce cred că pot realiza?** Ipoteză/ Soluție prefigurată (prototip). Folosirea unei aplicații mobile pentru a prezenta meniul, o tură virtuală a bucătăriei sau a zonei de producție locală, folosirea VR/AR pentru a explora cultura locală).
 7. **Ce fac? (Testarea ipotezei/ Realizarea proiectului).** Fiecare elev prezintă modul în care s-a gândit să folosească materialele disponibile pentru a rezolva problema/sarcina.
 - Fiecare echipă va prezenta experiența creată printr-o expoziție sau o prezentare practică, unde vor demonstra meniul creat, aplicația tehnologică și designul artistic.
 - Explicarea cum fiecare element STEAM este integrat în proiect.
 8. **Ce am învățat?** Explicație - Concluzie - Reflecție. Ce mai pot învățat. Aplicații - Optimizarea proiectului.
 - Cum au reușit să integreze tradiția cu inovația.
 - Aplicarea cunoștințelor STEAM: Cum au aplicat conceptele de știință, tehnologie, inginerie, arte și matematică în realizarea proiectului.
 - Calitatea prezentării vizuale și a explicațiilor științifice.
 - Abilitatea de a implementa soluții sustenabile în turismul gastronomic.
 - Prezentarea a 3 lucruri pe care le-au făcut în cadrul acestei activități. Ce dificultăți au întâmpinat și cum le-au depășit?
 - Expunerea a 2 lucruri pe care le-au învățat.
 - Formularea unei întrebări legată de această activitate.

Realizând astfel de proiecte, elevii vor avea ocazia să exploreze și să combine diverse discipline STEAM într-o modalitate creativă, aplicată în lumea reală, dezvoltând o experiență inovatoare de turism gastronomic. Abilități dezvoltate: a) prin domeniul Tehnologii: aplicarea inovațiilor tehnologice, cum ar fi imprimarea 3D a alimentelor, utilizarea inteligenței artificiale pentru a crea meniuri personalizate, pornind de la tradițiile și obiceiurile locale. Tehnologiile ar putea fi valorificate și prin realitatea virtuală (VR) și augmentată (AR) în restaurante și tururi culinare care ar permite turiștilor să exploreze istoria sau tradițiile culinare dintr-o regiune; b) prin domeniul Științe: potențialul turistic gastronomic poate integra elemente de investigație științifică, unde elevii ar putea învăța despre procesele chimice și biologice care influențează gustul și prepararea alimentelor; c) prin domeniul Arte: prezentarea și designul mâncării, arhitectura restaurantului, ambianța creativă; d) prin domeniul Matematica: prin aplicarea matematicii și tehnologiilor de modelare, restaurantele pot optimiza meniurile și resursele necesare pentru a minimiza

risipa și a maximiza satisfacția clienților. Acest aspect devine o componentă importantă într-un tur gastronomic, în special în cazul restaurantelor care oferă experiențe culinare de lux sau degustări sofisticate; e) prin agricultură sustenabilă și tehnologie: educația despre agricultura modernă, în care tehnologia joacă un rol central. Turiștii pot vizita ferme care folosesc tehnologie avansată (de exemplu, agricultură verticală, sere inteligente), învățând cum se aplică principiile STEAM în producția alimentară sustenabilă; f) algoritmi pentru turism personalizat: platformele care folosesc algoritmi pentru a personaliza recomandările gastronomice bazate pe preferințele individuale ale turiștilor devin tot mai comune. Prin integrarea datelor, turiștii pot primi recomandări pentru restaurante, tururi sau experiențe culinare adaptate gusturilor lor.

Concluzii

Interacțiunea dintre STEAM și turismul gastronomic nu doar îmbogățește experiența turistică, ci aduce și noi perspective asupra modului în care putem înțelege și aprecia mâncarea. Aceste intersecții îmbină tradițiile cu inovația și oferă turiștilor ocazia de a experimenta gastronomia printr-o lentilă educațională, artistică și tehnologică.

Elaborarea și implementarea proiectelor integrate STEAM consumă timp și solicită multe resurse care nu sunt furnizate de curriculum, manuale sau infrastructură. Cu toate acestea, în ultimii ani profesorii doresc să implementeze la clasă astfel de proiecte, iar elevii sunt deschiși să se implice în astfel de activități. Importanța acordată educației STEAM de către profesorii din Republica Moldova sugerează necesitatea revizuirii curricula și dezvoltarea unei culturi STEAM la nivelul instituțiilor școlare.

Bibliografie

1. ASHGAR, A., ELLINGTON, R., RICE, E., JOHNSON, F., PRIME, G. M. Supporting STEM education in secondary science contexts. In: *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 6(2), 85-125, 2012 <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1349>
2. *Curriculum Național. Disciplina Geografie*. Chișinău: Știința, 2020.
3. *Culture of Ukrainian borscht cooking* [citată 19.10.2024]. Disponibil: <https://ich.unesco.org/en/USL/culture-of-ukrainian-borscht-cooking-01852>
4. *Ghid de marketing privind dezvoltarea turismului în Republica Moldova*, Ministerul Culturii, Chișinău, 2024 [citată 20.10.2024]. Disponibil: <https://www.mc.gov.md/sites/default/files/file-cloud/ord-mc-336-2024.pdf>
5. *Monitorizarea bugetului de stat al autorităților publice centrale pentru dezvoltarea sectorului de turism*. Raport elaborat în cadrul Proiectului „Societatea Civilă pentru

- Integrare Europeană”, finanțat de UE și cofinanțat de Fundația „Friedrich Ebert”, 2024.
6. *Republica Moldova - laureată în prestigioasa competiție internațională Global Culinary Travel Awards*, 2023 [citată 17.10.2024]. Disponibil: <https://antrim.md/republica-moldova-laureata-in-prestigioasa-competitie-internationala-global-culinary-travel-awards/>
 7. *Recomandarea Consiliului Uniunii Europene din 22 mai 2018 privind competențele cheie pentru învățarea pe tot parcursul vieții* [citată 20.10.2024]. Disponibil: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)&from=EN)
 8. *Sarmalele pitici de Lalova* [citată 19.10.2024]. Disponibil: <https://hartig.ig.agepi.gov.md/#List/Mode=1/AreaId=28/CategoryId=8>
 9. ȘUTEU, L.-D. (coord.) *Dezvoltări în educația STEM: STEAM și STREAM și învățarea bazată pe investigație*. Presa Universitară Clujeană: Cluj-Napoca, 2024.
 10. THIBAUT, L., CEUPPENS, S. ș.a. *Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education*. In: *European Journal of STEM Education*, 3 (1), p.1-12., 2018
 11. WOLF, E. *State of the Food & Beverage Tourism Industry Report*. 2024, Portland, World Food Travel Association

DEZVOLTAREA COMPETENȚELOR PROFESIONALE ALE STUDENȚILOR PRIN PROIECTE STEAM – O ABORDARE INTERDISCIPLINARĂ PENTRU VIITOR

Nadejda CAZACIOC, doctorandă

<https://orcid.org/0000-0002-1086-633X>

Catedra Chimie a UPSC

Eduard COROPCEANU, doctor, profesor universitar

<https://orcid.org/0000-0003-1073-828X>

Institutul de Cercetare, Inovare și Transfer Tehnologic al UPSC

Catedra Chimie a UPSC

Rezumat. Lucrarea explorează rolul proiectelor STEAM în formarea profesională a studenților la specialitățile duble din domeniul Științe ale Educației: *Chimie și Biologie* și *Biologie și Chimie*. Se subliniază importanța integrării acestei abordări interdisciplinare în educație, oferind studenților competențe profesionale esențiale, precum abilități tehnice, gândire critică și creativă, dar și capacitatea de a colabora eficient. Prin proiecte aplicate, precum „Ecosistem ecologic urban pentru viitor”, studenții își dezvoltă atât competențele profesionale, cât și abilitățile de a aplica cunoștințele teoretice în contexte reale. Educația bazată pe proiecte STEAM stimulează inovarea și adaptabilitatea, esențiale pentru succesul profesional într-o lume dinamică.

Cuvinte cheie: formare profesională, competențe profesionale, proiecte STEAM, abilități interdisciplinare.

Abstract. The paper explores the role of STEAM projects in the professional training of students in double majors in the field of Educational Sciences: Chemistry and Biology and Biology and Chemistry. The importance of integrating this interdisciplinary approach into education is emphasized, providing students with essential professional competences, such as technical competences, critical and creative thinking, but also the ability to collaborate effectively. Through applied projects, such as "Urban Ecological Ecosystem for the Future", students develop both professional competences and the ability to apply theoretical knowledge in real contexts. STEAM project-based education fosters innovation and adaptability, essential for professional success in a dynamic world.

Keywords: professional training, professional competences, STEAM projects, interdisciplinary competences.

Introducere

Sistemul educațional contemporan se confruntă cu provocări majore în contextul schimbărilor rapide și necesitatea de adaptare la cerințele din ce în ce mai complexe ale societății și pieței muncii. Abordarea STEAM reprezintă un răspuns inovator la exigențele educaționale ale secolului XXI, esențială pentru sistemul de învățământ, deoarece prin învățarea activă și orientată pe probleme reale, elevii își dezvoltă competențele funcționale necesare pentru o carieră de succes [2]. Integrarea acestei abordări în curriculumul universitar nu doar că îmbogățește cunoștințele studenților, dar le oferă și instrumentele

necesare pentru a face față provocărilor unei piețe a muncii din ce în ce mai dinamice și a unei societăți care solicită gândire critică, inovare și adaptabilitate.

Abordarea STEAM integrează cinci domenii fundamentale – Știință, Tehnologie, Inginerie, Arte și Matematică, depășind hotarele disciplinare tradiționale și ancorându-se în realitatea celui care învață [4, 5]. Această intersecție dintre științe exacte și arte nu este doar o simplă adăugare de noi domenii de studiu, ci o reconfigurare profundă a modului în care sunt învățate și aplicate cunoștințele. Prin educația STEAM, studenții sunt încurajați să exploreze relațiile complexe dintre aceste domenii, dezvoltând o înțelegere holistică a problemelor și provocărilor cu care se confruntă în studiile lor și, ulterior, în carierele lor profesionale.

Unul dintre marile avantaje ale educației STEAM este capacitatea sa de a oferi studenților competențe esențiale care sunt aplicabile în multiple contexte profesionale, de exemplu, într-o specializare profesională dublă din domeniul Științe ale Educației: Chimie și Biologie, Biologie și Chimie studenții nu sunt limitați la înțelegerea fenomenelor chimice și biologice în mod izolat, ci într-un context comun. Ei sunt încurajați să înțeleagă cum aceste fenomene interacționează și influențează domenii adiacente, cum ar fi microbiologia, biotehnologia, biogeografia, bionica, ecologia, hidrobiologia, chimia fizică, chimia computațională, chimia alimentară sau ingineria genetică. Această abordare integrată permite o înțelegere mai profundă și mai fundamentală a subiectelor studiate, pregătindu-i pe studenți pentru provocările reale din mediul profesional [8].

Contextul formării profesionale prin intermediul educației STEAM

În formarea profesională a studenților din domeniul Științe ale Educației cu specializarea Biologie și Chimie sau Chimie și Biologie, se conturează patru dimensiuni fundamentale importante în pregătirea viitorului specialist pentru piața muncii, regăsite de fapt și în cadrul educației STEAM (Figura 1): abilitățile tehnice, gândirea critică și creativă, colaborarea și comunicarea, precum și adaptabilitatea și flexibilitatea [1, 10]. Aceste dimensiuni sunt esențiale nu doar pentru succesul academic, ci și pentru dezvoltarea profesională într-un mediu interdisciplinar și dinamic, pregătind studenții să devină inovatori și lideri în domeniile lor.

Prima dimensiune identificată drept punct de reper pentru formarea profesională a educabililor din domeniul Științe ale Educației este *dezvoltarea abilităților tehnice*, un element esențial pentru studenții secolului XXI, într-un context în care tehnologiile avansează într-un ritm mai rapid decât schimbările din educație. Prin intermediul educației STEAM, studenții nu doar că dobândesc cunoștințe teoretice avansate despre fenomenele chimice și biologice, dar și deprind competențe tehnice indispensabile pentru a face față provocărilor profesionale actuale. Aceste competențe includ utilizarea tehnologiilor moderne, precum echipamentele de laborator de ultimă generație și software-uri de analiză

avansată, care le permit să aplice cunoștințele dobândite într-un mod inovativ și eficient. De exemplu, studenții sunt familiarizați cu tehnici avansate de secvențiere genetică, sinteză chimică și modelare computațională, toate acestea contribuind la pregătirea lor pentru domenii emergente precum biotehnologia, ingineria genetică sau chimia materialelor. Această formare tehnică nu doar că le oferă un avantaj competitiv, ci și capacitatea de a contribui activ la elaborarea soluțiilor inovatoare în aceste domenii de perspectivă [3, 11].

A doua dimensiune importantă în formarea profesională a studenților din domeniul Chimie și Biologie este *dezvoltarea gândirii critice și creative*, care de altfel este și un aspect central al educației STEAM. În cadrul procesului de predare–învățare–evaluare studenții sunt încurajați să-și dezvolte capacitatea de analiză a problemelor într-un mod creativ, holistic și în baza unor metode științifice de înregistrare și interpretare a datelor experimentale. În laboratoare, în cadrul experimentelor din aria de studiu a disciplinelor chimie și biologie, studenții nu se limitează doar la observarea fenomenelor, ci la formarea unui complex de competențe bine sistematizate, bazate pe activități practice, aprobarea concepțiilor proprii prin transformarea ipotezelor teoretice în convingeri fundamentale. Educația STEAM le oferă studenților cadrul necesar pentru a dezvolta soluții inovatoare la probleme complexe, cum ar fi optimizarea proceselor industriale sau găsirea unor metode eficiente de bioremediere. Acest tip de gândire creativă le permite să integreze cunoștințele din diverse domenii științifice, ceea ce este esențial pentru a propune soluții inovatoare și viabile în mediul profesional [6].

A treia dimensiune – *colaborarea și comunicarea*, este esențială în formarea unor profesioniști capabili să lucreze eficient într-un context multidisciplinar. În domenii precum Chimie și Biologie, unde cercetarea științifică se îmbină cu educația, se simte în mod clar nevoia unei colaborări strânse între experți din diverse discipline științifice, ceea ce pune un accent din ce în ce mai mare pe lucrul în echipă. Educația STEAM promovează această interacțiune, oferindu-le studenților oportunitatea de a colabora cu colegi din alte discipline, precum inginerie sau informatică, pentru a aborda provocările complexe într-un mod integrat [7]. Comunicarea eficientă este un alt aspect determinant al educației STEAM. Exprimarea corectă a ideilor într-un limbaj științific de specialitate caracterizează nivelul de formare profesională. În cadrul studiilor universitare, prin participarea la proiecte de cercetare, conferințe și alte manifestări științifice, studenții își dezvoltă abilități esențiale de comunicare științifică, învățând să prezinte rezultatele cercetărilor lor într-o manieră clară și concisă. Indiferent dacă este vorba de redactarea unui raport tehnic, susținerea unei prezentări științifice sau diseminarea rezultatelor în fața colegilor și a comunității academice, aceste competențe sunt fundamentale pentru a asigura impactul cercetărilor lor. De asemenea, le permit să colaboreze eficient cu alți profesioniști din domenii conexe, facilitând schimbul de idei și dezvoltarea proiectelor interdisciplinare.

Ultima dimensiune importantă în educația STEAM este *adaptabilitatea și flexibilitatea* – abilități esențiale într-un mediu profesional aflat într-o continuă schimbare. În contextul dezvoltării rapide a tehnologiilor și a noilor descoperiri științifice, studenții trebuie să fie capabili să se adapteze la noile cerințe ale pieței muncii și să-și extindă constant setul de competențe.

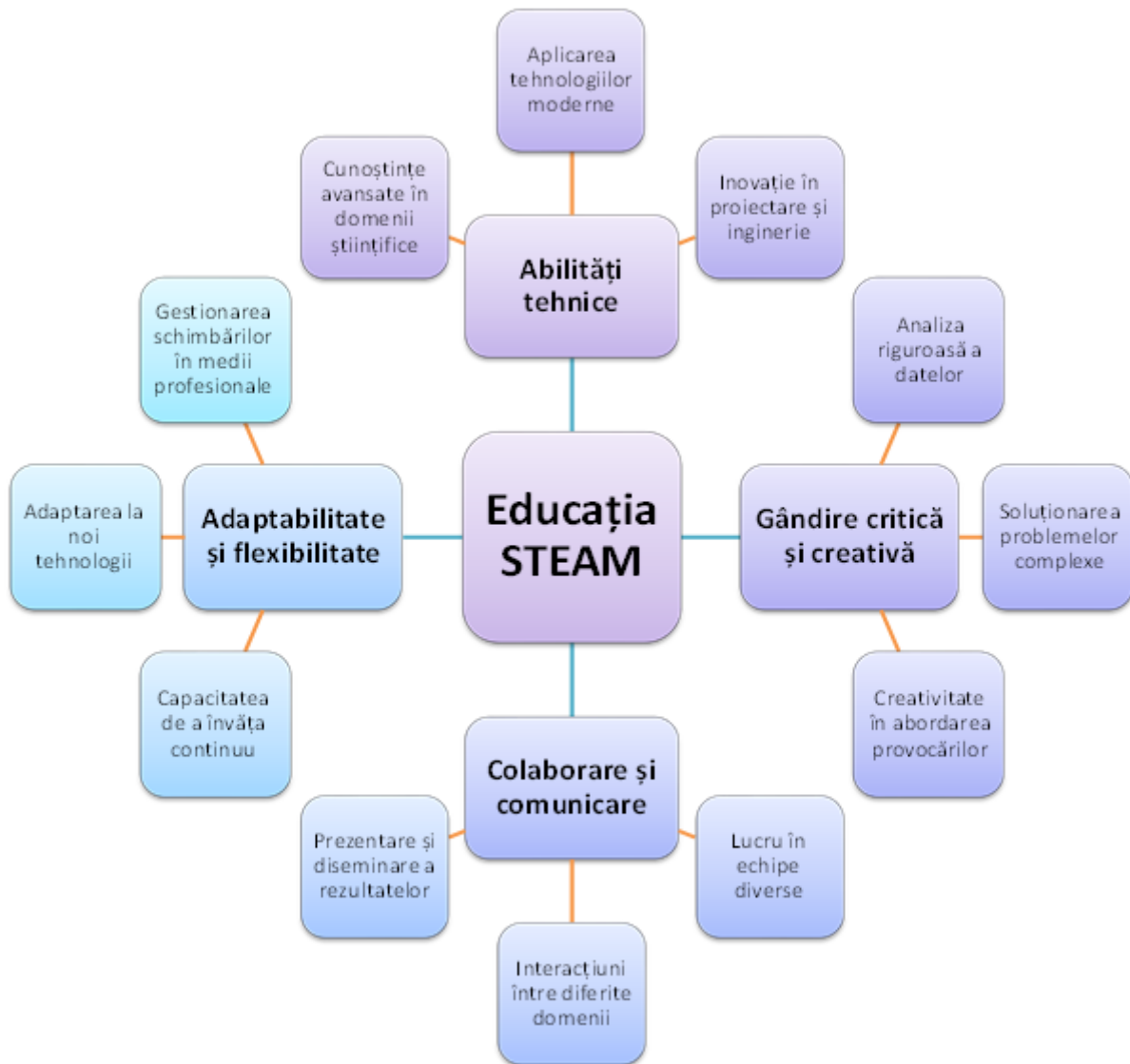


Figura 1. Dimensiunile fundamentale în formarea profesională prin educație STEAM

Educația STEAM îi pregătește pentru această flexibilitate, încurajându-i să fie deschiși la noi tehnologii și metodologii, cum ar fi învățarea continuă și adoptarea schimbărilor rapide din mediul profesional [12]. Studenții sunt instruiți să gestioneze în mod eficient schimbările, să învețe pe tot parcursul vieții și să aplice noi tehnologii în activitatea lor profesională, ceea ce îi pregătește pentru cariere de succes într-un peisaj profesional dinamic și în continuă evoluție.

Model de proiect STEAM pentru dezvoltarea competențelor profesionale ale studenților din domeniile Chimie-Biologie și Biologie-Chimie

- Tema proiectului: „*Ecosistem ecologic urban pentru viitor*”

Proiectul are ca scop dezvoltarea competențelor profesionale într-un cadru educațional inovator, bazat pe abordarea STEAM (Știință, Tehnologie, Inginerie, Arte și Matematică). Obiectivul principal este integrarea cunoștințelor teoretice și experimentale din diverse discipline științifice și aplicarea acestora în contexte reale. Prin acest proiect, studenții vor dobândi abilități tehnice, gândire critică și creativă, precum și competențe de colaborare și adaptabilitate, pregătindu-se astfel pentru o piață a muncii în continuă schimbare.

Tema proiectului se aliniază unei probleme de mediu actuale și critice: dezvoltarea unui ecosistem urban autosustenabil, bazat pe tehnologii ecologice și soluții durabile. În contextul schimbărilor climatice și al crizei ecologice globale, soluțiile inovatoare de proiectare urbană devin cruciale. Studenții nu doar că își vor dezvolta competențele de cercetare și de analiză, dar vor contribui la procesul de generare a unor soluții practice și aplicabile în gestionarea mediului urban și protecția biodiversității.

Etapele proiectului:

1. ***Identificarea unui ecosistem urban și stabilirea obiectivelor de cercetare.*** Studenții vor explora modul în care urbanizarea poate fi concepută pentru a sprijini biodiversitatea și sustenabilitatea. Abordarea interdisciplinară va integra cunoștințe din biologie, chimie, inginerie și arhitectură urbană.
2. ***Colectarea și analiza datelor*** relevante privind resursele naturale urbane (apă, aer, sol, biodiversitate), analizând impactul actual al urbanizării asupra mediului. Ei vor aplica metode din chimia mediului și ecologia urbană pentru a evalua impactul poluării și al gestionării resurselor. Modelele matematice și software-urile de simulare vor fi folosite pentru a prezice efectele soluțiilor propuse asupra ecosistemului urban.
3. ***Proiectarea și realizarea experimentelor pentru crearea habitatului autosustenabil,*** folosind resurse regenerabile și tehnologii verzi (de exemplu, energie solară, grădini verticale). Studenții vor analiza impactul soluțiilor asupra ecosistemului urban și vor crea modele digitale pentru a simula și testa eficiența acestor soluții în mediul urban.
4. ***Interpretarea rezultatelor și elaborarea unui raport final*** care va cuprinde concluziile cercetării și propunerile de îmbunătățire a ecosistemului urban. Această etapă dezvoltă abilități esențiale de gândire critică, de analiză a datelor și de comunicare științifică.
5. ***Prezentarea publică și expoziția finală*** a rezultatelor proiectului. Studenții vor integra elemente vizuale, tehnologice și artistice pentru a prezenta soluțiile sustenabile într-un mod creativ și inovator, subliniind impactul proiectului asupra

ecosistemelor urbane. Expoziția va include postere, simulări 3D și reprezentări artistice ale habitatului autosustenabil.

Tabelul 1. Schița proiectului „Ecosistem ecologic urban pentru viitor”

Etapa proiectului	Obiective	Cunoștințe aplicate	Competențe dezvoltate
<i>Identificarea ecosistemului urban și stabilirea obiectivelor de cercetare</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Crearea unui model virtual de ecosistem urban autosustenabil. - Simularea unui ciclu închis de gestionare a resurselor naturale (apă, aer, energie). - Proiectarea unui sistem de reciclare a materialelor de construcție și reducerea poluării aerului. 	<ul style="list-style-type: none"> - Biologie și ecologie urbană pentru înțelegerea interacțiunilor dintre infrastructura urbană și biodiversitate. - Chimie pentru evaluarea factorilor chimici care influențează mediul urban. 	<ul style="list-style-type: none"> - Capacitatea de a defini probleme complexe de mediu în context urban. - Dezvoltarea abilităților de cercetare interdisciplinară și aplicată.
<i>Colectarea și analiza datelor privind ecosistemele urbane</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Analiza datelor despre poluare și utilizarea resurselor în ecosistemele urbane. - Evaluarea impactului biodiversității și sustenabilității urbane. 	<ul style="list-style-type: none"> - Chimia analitică pentru analiza calității aerului și apei. - Ecologia urbană pentru înțelegerea impactului infrastructurii asupra biodiversității. 	<ul style="list-style-type: none"> - Abilități de analiză a datelor științifice pentru modelarea proceselor ecologice urbane. - Utilizarea modelelor matematice pentru predicția comportamentului pe termen lung al ecosistemelor urbane.
<i>Proiectarea și realizarea unui habitat autosustenabil</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Proiectarea unui ciclu de energie și apă autosustenabil pentru un habitat urban. - Integrarea resurselor regenerabile în proiectarea sustenabilă a orașului. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ingineria verde și chimia mediului pentru soluții sustenabile. - Utilizarea simulărilor digitale pentru evaluarea eficienței soluțiilor propuse. 	<ul style="list-style-type: none"> - Capacitatea de a proiecta soluții inovatoare pentru sustenabilitatea urbană. - Utilizarea tehnologiilor digitale pentru vizualizarea și simularea soluțiilor propuse.
<i>Interpretarea rezultatelor și elaborarea unui raport final</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Interpretarea rezultatelor obținute și formularea concluziilor. - Elaborarea unui raport științific cu propuneri de soluții pentru ecosistemele urbane. 	<ul style="list-style-type: none"> - Analiza statistică și interpretarea datelor. - Competențe de redactare științifică pentru prezentarea coerentă a rezultatelor. 	<ul style="list-style-type: none"> - Abilități de interpretare a datelor complexe și trasarea concluziilor. - Redactarea și prezentarea riguroasă a unui raport științific.
<i>Prezentarea publică și expoziția proiectului</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Prezentarea vizuală și interactivă a soluțiilor pentru sustenabilitatea urbană. - Promovarea comunicării interdisciplinare și creative în proiectele de mediu. 	<ul style="list-style-type: none"> - Integrarea artei și tehnologiei pentru a crea reprezentări vizuale captivante. - Comunicarea eficientă a soluțiilor și descoperirilor în contexte internaționale. 	<ul style="list-style-type: none"> - Abilități de comunicare vizuală și orală. - Capacitatea de a prezenta și a colabora în proiecte interdisciplinare și internaționale.

În cadrul proiectului „Ecosistem ecologic urban pentru viitor”, studenții vor dezvolta competențe interdisciplinare esențiale prin aplicarea cunoștințelor din chimie,

biologie, tehnologie și arte pentru a aborda provocările legate de sustenabilitatea urbană. Aceștia vor dobândi abilități avansate în cercetare, acoperind întregul proces de colectare și analiză a datelor, până la interpretarea rezultatelor într-un context științific și aplicat. De asemenea, proiectul va stimula creativitatea și inovația, încurajând studenții să integreze arta și tehnologia pentru a dezvolta soluții noi și eficiente pentru problemele mediului urban modern.

Competențele profesionale dezvoltate în cadrul acestui proiect STEAM sunt esențiale pentru pregătirea studenților într-o piață a muncii în continuă schimbare. Aceștia vor învăța să colaboreze eficient în echipe interdisciplinare, să își exprime ideile în mod clar și convingător și să folosească tehnologiile digitale în scopuri de cercetare și prezentare. Impactul proiectului va fi semnificativ atât la nivel educațional, cât și în comunitate. Studenții vor fi mai bine pregătiți pentru provocările profesionale, având competențe tehnice, gândire critică și creativă, precum și abilități de colaborare interdisciplinară. Proiectul va contribui la conștientizarea problemelor legate de sustenabilitate urbană, oferind soluții practice și inovatoare aplicabile în orașele reale pentru reducerea impactului negativ asupra mediului. Astfel, proiectul va îmbina educația și cercetarea cu impactul social, susținând atât formarea profesională a studenților, cât și dezvoltarea unor soluții sustenabile pentru comunități.

Concluzii

Integrarea abordării STEAM în educația universitară reprezintă un pas esențial către pregătirea studenților pentru provocările unei lumi dinamice și interdisciplinare. Prin combinarea științei, tehnologiei, ingineriei, artei și matematicii, studenții dobândesc nu doar cunoștințe teoretice, ci și competențe practice, creative și inovatoare necesare pentru o adaptare continuă la cerințele pieței muncii.

Proiectul „Ecosistem ecologic urban pentru viitor” este un exemplu concret de aplicare a acestei abordări, demonstrând importanța unei educații bazate pe colaborare interdisciplinară, gândire critică și creativă. Studenții specialităților duble din domeniul Științe ale Educației: *Chimie și Biologie* și *Biologie și Chimie* nu doar că își dezvoltă competențele tehnice, dar și capacitatea de a găsi soluții sustenabile și inovatoare pentru problemele complexe de mediu urban.

Educația STEAM reprezintă nu doar o metodă modernă de învățare, ci și un instrument eficient de formare profesională, capabil să echipeze studenții cu abilități esențiale pentru a deveni lideri și inovatori într-o societate globalizată și în continuă schimbare. Această abordare interdisciplinară oferă un cadru solid pentru dezvoltarea unor soluții creative și sustenabile, contribuind atât la progresul individual al studenților, cât și la binele colectiv al comunităților.

Bibliografie

1. ANISIMOVA, T., SABIROVA, F., SHATUNOVA, O. Formation of design and research competencies in future teachers in the framework of STEAM education. In: *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*. 2020. V. 15. No. 2, pp. 204-217.
2. BERTRAND, M. G.; NAMUKASA, I. K. STEAM education: student learning and transferable skills. In: *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning*. 2020. V. 13. No. 1, pp. 43-56.
3. CARTER, C. et al. Defining STEAM approaches for higher education. In: *European Journal of STEM Education*. 2021. V. 6. No. 1, pp. 1-16.
4. CAZACIOC, N.; COROPCEANU, E. Educația STE(A)M – o nouă paradigmă a învățării. In: *Cultura cercetării pedagogice: provocări și tendințe contemporane*. 2021, pp. 22-33.
5. COROPCEANU, E; CAZACIOC, N. Conceptul educațional STEAM–manifest al transferului tehnologic în educație. *Univers Pedagogic*, 2023, 79.3: 59-66.
6. COROPCEANU, E.; CODREANU, S. Formation of the chemistry research competence in the interdisciplinary university context. 2022.
7. KANGAS, K.; SORMUNEN, K.; KORHONEN, T. Creative learning with technologies in young students' STEAM education. In: *STEM, Robotics, Mobile Apps in Early Childhood and Primary Education: Technology to Promote Teaching and Learning*. Singapore: Springer Nature Singapore. 2022, pp. 157-179.
8. MONTÉS, N., et al. EXPLORIA, STEAM Education at University Level as a New Way to Teach Engineering Mechanics in an Integrated Learning Process. *Applied Sciences*. 2022. V. 12. No. 10, p. 5105.
9. NIU, W.; CHENG, L. Creativity and innovation in STEAM education. In: *Frontiers in Education*. Frontiers Media SA. 2022. p. 1045407.
10. PSYCHARIS, S.; KALOVREKTIS, K.; XENAKIS, A. A Conceptual Framework for Computational Pedagogy in STEAM education: Determinants and perspectives. In: *Hellenic Journal of STEM Education*. 2020. V. 1. No. 1, pp. 17-32.
11. RAHMAWATI, Y. Pre-service teachers' engagement in education as sustainability: Integrating Dilemma-STEAM teaching model in chemistry learning. In: *AIP Conference Proceedings*. AIP Publishing, 2023.
12. SHATUNOVA, O. et al. STEAM as an innovative educational technology. In: *Journal of Social Studies Education Research*. 2019. V. 10. No. 2, pp. 131-144.

CONCEPTUL STEAM DIN PERSPECTIVA EDUCAȚIEI ECOLOGICE**Eugenia CHIRIAC**, doctor, conferențiar universitar<https://orcid.org/0000-0002-5935-0414>**Sofia GRIGORCEA**, doctor, conferențiar universitar<https://orcid.org/0000-0002-4948-6430>**Boris NEDBALIUC**, doctor, conferențiar universitar<https://orcid.org/0000-0002-9116-4515>**Nicolai ALUCHI**, doctor, conferențiar universitar<https://orcid.org/0000-0003-1874-8474>

Facultatea Biologie și chimie

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău

Odetta ȚIGANAȘ, doctor, conferențiar universitar<https://orcid.org/0009-0009-0745-9758>

Instituția Publică Liceul Teoretic „Spiru Haret”, municipiul Chișinău, RM

Abstract. În prezent, unitățile de învățământ general și universitar sunt din ce în ce mai solicitate să acționeze ca modele pentru educația ecologică care stă la baza dezvoltării durabile. Întreaga abordare a educației de mediu și a învățării pentru durabilitate încorporează toate aspectele unei instituții modern de învățământ: curriculum, activități extracurriculare, formarea profesorilor, resurse umane, infrastructură, operațiuni și procese.

Cuvinte-cheie: educație; școala; universitate; ecologie; interdisciplinaritate; durabilitate; sustenabilitate.

Abstracts. Currently, general education and university institutions are increasingly called upon to act as models for environmental education that underpins sustainable development. The whole approach to environmental education and learning for sustainability incorporates all aspects of an educational institution: curriculum, extracurricular activities, teacher training, human resources, infrastructure, operations and processes.

Keywords: school; university; ecology; interdisciplinarity; durability; sustainability.

Introducere

Lumea care ne înconjoară reprezintă nenumărate posibilități și infinitate. Pe măsură ce ea avansează către noi tehnologii, pare să existe o nerespectare a daunelor care sunt cauzate mediului în această căutare a dezvoltării. În acest context, obiectivele de dezvoltare durabilă au devenit priorități până în 2030 și necesită atenție prin numeroase inițiative, dintre care una este *educația pentru mediu*.

Actualmente, școlile și universitățile sunt din ce în ce mai solicitate să acționeze ca modele pentru educația ecologică care stă la baza dezvoltării durabile. Întreaga abordare a educației de mediu și a învățării pentru durabilitate încorporează toate aspectele unei

instituții de învățământ: curriculum, activități extracurriculare, formarea profesorilor, resurse umane, infrastructură, operațiuni și procese [1,2].

Unele aspecte ale educației ecologice prin prisma studierii integrate (STEAM)

Educația ecologică reprezintă totodată, și domeniul de studiu interdisciplinar pe tot parcursul vieții, care ajută la stimularea curiozității și entuziasmului elevilor/studentilor, încurajându-i să exploreze și să se angajeze în mod direct la descoperirea lumii din jurul lor. Există tot mai multe dovezi cu privire la beneficiile pe scară largă ale educației pentru mediu, inclusiv impactul pozitiv asupra performanței academice, motivației și interesului pentru școală, abilităților sociale și emoționale, interesului și angajamentului civic [6].

Educația ecologică este un proces care urmărește îmbunătățirea calității vieții, oferind „instrumentele” potrivite pentru a învăța cum se pot rezolva și preveni problemele de mediu, contribuind la acumularea de cunoștințe, abilități, motivații, valori și asumarea responsabilității subiecților în aspectele legate de utilizarea energiei și apei, reciclarea deșeurilor și materialelor de construcție utilizate, transportul, și de asemenea, utilizarea staționară.

Discuția problemelor de mediu poate ajuta elevii/studentii să învețe cum să gândească, inclusiv, cum să rezolve probleme, să ia decizii, să compare opțiunile și să alinieze valorile cu acțiunile personale.

În acest context, obiectivele educației ecologice sunt similare celor din întreaga lume, cum ar fi: protecția și, acolo unde este necesar, restabilirea structurii și funcționalității sistemelor naturale din localitatea dată, respectiv, ținutul natal; stoparea degradării biodiversității; protecția solului împotriva eroziunii și poluării; protecția habitatelor din localitatea natală; implementarea diferitelor proiecte școlare de protecție a biodiversității [3].

Educația ecologică este și o cultură, în sensul de a învăța lucruri elementare pentru a produce un impact pozitiv asupra mediului. În acest sens se pot evidenția următoarele aspecte:

Conștientizare: Înțelegerea de către elevi/studenti a sensibilității problemelor față de mediu;

Cunoștințe: Înțelegerea modului în care funcționează mediul înconjurător, precum și a interacțiunii oamenilor cu mediul, inclusiv, problemele rezultate din această relație;

Atitudine: Achiziționarea unui set de valori și sentimente de grijă pentru natură, motivație și devotament de a participa la menținerea calității mediului;

Aptitudini: Aplicarea în practică a abilităților necesare pentru a identifica și investiga unele aspecte existente care necesită o rezolvare urgentă;

Participare: Acumularea experienței în utilizarea cunoștințelor dobândite pentru acțiuni pozitive și bine gândite, care vor duce la rezolvarea problemelor de mediu.

Instruirea în cadrul Învățământului general și universitar reprezintă unele dintre cele mai importante etape pentru inițierea discuțiilor și activităților corespunzătoare cu elevii/studentii despre STEAM și durabilitate, în cadrul cărora se pot sugera unele practici care treptat se transformă în obiceiuri, pe tot parcursul vieții. Dar, explicarea acestor concepte elevilor/studentilor poate fi uneori, dificilă. O definiție tot mai des întâlnită, potrivită pentru elevi/studenti ar fi capacitatea de satisfacere a cerințelor actuale fără a afecta capacitatea oamenilor în viitor de a-și satisface propriile nevoi. La un nivel mai tehnic, sustenabilitatea reprezintă o abordare holistică pentru provocărilor de mediu, sociale și economice într-un mod care susține bunăstarea și reziliența pe termen lung. Aceasta include adesea practici precum reducerea emisiilor de carbon, conservarea resurselor naturale și promovarea echității sociale. Elevii/studentii care învață astăzi despre natură, schimbări climatice și durabilitate vor avea în curând viitorul planetei noastre în mâinile lor.

Cercul științifico-didactic și impactul lui asupra activității instructiv-educative a elevilor/studentilor

Una dintre cele mai importante forme de activitate extracurriculară reprezintă cercurile științifice, care îmbină în mod armonios activitatea individuală cu cea colectivă, iar prin conținutul organizatoric și modul de desfășurare a activităților, asigură un cadru ce stimulează manifestarea liberă, degajată a competențelor și capacităților de investigare, și de creație ale elevilor/studentilor. Munca în colectiv permite subiecților posibilitatea de a se cunoaște pe ei însuși, de a-și verifica anumite opinii, aptitudini și înclinații, de a se confrunța și susține părerea proprie în raport unii cu alții, de a se afirma și de a-și promova inițiativa și ideile. Relațiile în cadrul cercului au o însemnătate specială, contribuind la restructurarea unor interese și proliferarea anumitor trăsături de caracter. Spiritul de competiție, tendința de afirmare caracteristice vârstei determină o atitudine pozitivă față de sarcinile primite. Constituit pe baza liberei alegeri, cercul își afirmă influența asupra capacității de gândire, precum și asupra formării, consolidării și perfecționării deprinderilor, lărgind totodată și aria de cunoștințe a elevilor/studentilor [4].

Cercul de biologie, corect integrat în activitatea instructiv-educativă a elevilor/studentilor, poartă un caracter atractiv, iar prin varietatea activităților desfășurate, oferă largi posibilități de dezvoltare a inițiativei creatoare, spiritului de observație, trezește în rândul subiecților dragostea pentru natură, dorința de a studia, de a cerceta, de a descifra „tainele” florei și faunei.

Scopul cercului de biologie permite gruparea unui număr mai redus de elevi (15-20) după interese și aptitudini, asigură respectarea preferințelor individuale în ceea ce privește diversitatea tematicii de cercetare, introduce o mai mare varietate de procedee didactice,

dezvoltă abilitățile de observare, creativitate, aplicabilitate, experimentare și reprezintă o formă importantă de legătură a școlii cu viața reală.

Planul de activitate pentru fiecare ședință este coordonat de biroul de organizare a cercului din componența căreia fac parte elevii pasionați de biologie și cadrele didactice. Tematica ședințelor cercului de cele mai multe ori, corespunde intereselor membrilor cercului, abordându-se diferite aspecte biologice din sfera instituției de învățământ (de care aparțin), ținându-se seama de baza didactică și de perspectiva unității de învățământ. Totodată face posibilă colaborarea cu alte unități corespunzătoare din localitatea respectivă sau localitățile învecinate, unde se pot organiza vizite de studiu și documentare, excursii etc.

În cadrul organizării unei ședințe a cercului pe o anumită temă din biologie, deseori se stabilește un algoritm ce include: *etapa introductivă* (de orientare), de obicei de natură teoretică, urmată de anumite sarcini independente pentru membrii cercului (în principal orientată spre cercetare), *etapa de raportare*, urmată de *editarea materialului* publicitar. La etapa introductivă se stabilesc obiectivele și se discută conținutul temei abordate. După munca preliminară de familiarizare, se distribuie de către profesorul responsabil, sarcinile individuale sau de grup pentru munca de cercetare independentă. La etapa de finalizare a ședinței cercului, elevii/studentii raportează despre munca depusă, completată cu diverse materiale ilustrative, inclusiv, produse digitale. Responsabilii cercului monitorizează activitatea elevilor/studentilor implicați, în ceea ce privește nivelul performanțelor obținute ale subiecților și perseverarea lor în timp.

Planificarea calendaristică a activităților din cadrul cercului asigură caracterul sistematic al informației științifice ce se intenționează să fie transmis elevilor/studentilor. Ședințele cercului de biologie se organizează de obicei o dată pe lună.

Sugestii de tematici pentru cercul de biologie:

Tema 1. *Plantează... Orice*

Una dintre cele mai evidente activități de educație ecologică, care se pot face cu elevii/studentii, fiind destul de simplă și legată direct de standardele științifice este *sădirea plantelor*. Indiferent dacă se plantează semințe de fasole pe prosoape de hârtie, umede, sau se amenajează o mini-grădină școlară pe terenul instituției respective, există nenumărate beneficii pentru cei implicați. Pe lângă șansa de a intra în legătură directă cu mediul înconjurător și de a-i învăța practici agricole durabile, studiile arată că grădinăritul cu elevii/studentii ajută și la îmbunătățirea rezultatelor lor, la unele discipline biologice. Totodată, elevii/studentii implicați în proiecte de grădinărit școlar au o preferință crescută pentru fructe și legume atunci când este vorba de un mod de viață sănătos.

Înregistrarea datelor referitoare la creșterea și modificările unei plante, începând cu sămânța și terminând cu fructificarea, cât și elaborarea unor diagrame diferențiale, reprezintă o modalitate pentru determinarea eleviilor/studentilor să înțeleagă în detalii

ontogeneza, ciclul de viață și alte caracteristici de dezvoltare ale plantelor, inclusiv, cele cultivate. Procesul de germinare a semințelor și diagramarea creșterii plantelor oferă elevilor/studentilor o experiență tangibilă care le ajută să-și consolideze competențele lor referitoare la înțelegerea asupra ciclurilor de viață, germinației, creșterii și protecției plantelor. În acest context, se poate recurge la elaborarea de către elevi/studenti a unui jurnal de cercetare în care pot fi incluse datele din cadrul studiului propus, după modelul următor:

Nume/Prenume: _____ Data: _____

Înregistrarea datelor referitoare la creșterea plantelor

I Săptămână:

<i>Înălțimea</i>	<i>Numărul de frunze</i>	<i>Notițe</i>

II Săptămână: ...

Tema 2. *Varza colorată și proprietățile solului*

Pentru extragerea pigmentului din „căpățina” (mugurele) de varză colorată este nevoie de: materialul vegetal proaspăt; o cratiță; aragaz; apă potabilă. Procesul de obținere a pigmentilor din varză constă în prelucrarea termică a acesteia prin fierbere, ca rezultat se obține o soluție de culoare violetă. Aceasta, se datorează faptului că în celulele mugurelui de varză colorată sunt pigmentii antociani, responsabili de culorile: roșie, violetă și albastră.

Poate oare soluția violetă, obținută din varza colorată să-și schimbe culoarea?

Pentru a analiza această proprietate, se poate folosi soluția extrasă din varza colorată, filtrată și răcită, oțet sau suc de lămâie, apă carbogazoasă, apă potabilă, apă din robinet, 5 pahare identice a câte 200 ml fiecare, bicarbonat de sodiu, hârtie, un foarfece, un stilou, o lingură de masă.

Cum se procedează mai departe?

Într-un pahar se toarnă 100 ml de oțet. În următoarele 3 pahare se toarnă câte 100 ml de apă. În unul dintre acestea trei pahare se adaugă o lingură de masă cu bicarbonat de sodiu și se amestecă. În al doilea pahar se toarnă o lingură de masă cu oțet (aproximativ, 10 ml), iar în al treilea pahar ½ lingură cu oțet. În al cincilea pahar se toarnă 100 ml apă carbogazoasă. În fiecare pahar se adaugă câte 10 ml de soluție de varză colorată și se amestecă până ce apare o anumită culoare.

Ce se întâmplă?

În paharul cu oțet, soluția de varză se colorează în roșu-aprins, iar în paharul cu apă potabilă și bicarbonat de sodiu, soluția dată se schimbă de la albastră la verde-de-smarald. În paharul cu apă carbogazoasă, soluția de varză colorată la început are culoarea roșie, care treptat se transformă într-o culoare albastră.

De ce?

Pigmentii (antocianii), din frunzele de varză colorată, reprezintă acizii, care-și schimbă culoarea în roșie, când nimeresc în soluții acide. În soluțiile bazice culoarea pigmentilor variază de la albastru la violet, iar în medile alcaline, variază de la albastru la verde-de-smarald. Culoarea de la urmă se formează din antociani cu alți pigmenți coloranți, cum ar fi de exemplu, flavonoidele, care la fel, se întâlnesc în varza colorată, și care în soluțiile bazice capătă culoarea galbenă. În apa carbogazoasă, soluția de varză colorată la început este de culoare roșie, care treptat se transformă într-o culoare albastră.

În acest context se poate concluziona următoarele însușiri ale plantei studiate:

Dacă varza colorată crește pe soluri acide, frunzele ei, care conțin antociani au culoarea roșie, iar plantele de varză colorată care cresc pe solurile bazice sunt de culoarea albastră-violet. În corespundere cu cele expuse mai sus, în unele regiuni, varza colorată se numește roșie, iar în altele–albastră [5].

Tema 3. Poluarea cu plastic

Annual, în întreaga lume se acumulează 400 de milioane, de tone, de deșuri de plastic. La nivel global, din cele 7 miliarde de tone, de deșuri, de plastic acumulate, doar 10% au fost reciclate.

Descompunerea ambalajelor de plastic poate dura până la 450 de ani, iar a unui singur pai de plastic până la 200 de ani! Descompunerea deșeurilor de plastic în gropile de gunoi eliberează gaze cu efect de seră în atmosferă, contribuind esențial la schimbările climatice, care sunt tot mai evidente în ultimii ani.

Concluzii

Conceptul STEAM din perspectiva educației ecologice reprezintă o strategie de învățare care integrează cunoștințe, deprinderi din cadrul mai multor discipline, motivând elevii/studentii să exploreze și să descopere lumea din jurul lor, posedând competențe de a analiza, rezolva și preveni problemele de mediu. Să învețe cum să gândească, inclusiv, cum să rezolve probleme, să ia decizii, să compare opțiunile și să alinieze protejarea mediului cu acțiunile personale.

Unul dintre principalele obiective ale acestor strategii este dezvoltarea unei perspective mai motivante, prin identificarea unor răspunsuri complete și idei originale ale elevilor/studentilor care învață astăzi despre natură, schimbări climatice și durabilitate, și care pot fi considerați, responsabili de viitorul planetei noastre.

Bibliografie

1. CHIRIAC, L.; CHIRIAC, E.; PAVEL, M.; VEVERIȚA, T. Evoluții și tendințe în studierea științelor reale în republica Moldova. *Acta et Commentationes, Sciences of Education*, nr.1(23), 2021, pp. 7 – 25.

2. CHIRIAC, E. Elemente de bionică. Chișinău: ÎS FEP „Tipografia centrală”, 2024, 176 p.
3. CHIRIAC, E.; NEDBALIUC, B.; GRIGORCEA, S. Metodologia învățării biologiei din perspectiva interdisciplinarității. *Materialele Conf. Republicane a Cadrelor Didactice*, Vol. II, Chișinău, UST, 2021, p. 99-106.
4. GRIGORCEA, S.; CHIRIAC, E.; NEDBALIUC, B.; BRÎNZĂ, L.; ALUCHI, N. Strategii de organizare și realizare a cercului „Botanistul” pe tema „Pigmenții vegetali - substanțe indispensabile pentru univers”. *Acta et commentationes (Științe ale Educației)* Nr. 1(31) / 2023.
5. SAAN, A.V. 101 Experimente mit Pflanzen. MOSES. Verlag GmbH, 2008. p.132.
6. ȚÎGANĂȘ, O. Demonstrația – metodă de eficientizare a învățării interdisciplinare la lecțiile de biologie, *Materialele Conferinței științifice internaționale ”Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale, (concept STEAM), dedicată aniversării a 70 de ani de la nașterea profesorului universitar Anatol Gremalschi, volumul II, 29-30 octombrie, Chișinău, 2021, pp. 183-188.*

OPORTUNITĂȚILE DEZVOLTĂRII TURISMULUI RURAL ÎN REPUBLICA MOLDOVA

Sergiu COVALI, profesor de geografie

<https://orcid.org/0000-0002-1886-630X>

Colegiul de Administrare și Studii Fiscale

Rezumat. În această lucrare se examinează criteriile ce pot contribui la dezvoltarea unui turism rural durabil și atractiv, care să valorifice potențialul natural și cultural al Republicii Moldova. Dezvoltarea turismului rural în Republica Moldova poate fi sprijinită prin stabilirea unor criterii clare, care să vizeze atât sustenabilitatea, cât și atragerea vizitatorilor.

Cuvinte Cheie: sustenabilitate, turism rural, destinație rurală.

Summary. This paper examines the criteria that can contribute to the development of a sustainable and attractive rural tourism, which capitalizes on the natural and cultural potential of the Republic of Moldova. The development of rural tourism in the Republic of Moldova can be supported by establishing clear criteria aimed at both sustainability and attracting visitors.

Keywords: sustainability, rural tourism, rural destination.

Introducere

În contextul globalizării și al căutării de experiențe autentice, turismul rural a devenit o opțiune din ce în ce mai atrăgătoare pentru călători. Republica Moldova, cu peisajele sale pitorești, tradițiile bogate și comunitățile ospitaliere, are un potențial semnificativ pentru dezvoltarea turismului rural. Acest tip de turism nu doar că oferă oportunități economice locale, dar contribuie și la conservarea patrimoniului cultural și natural. Pentru a valorifica acest potențial, este esențial să stabilim criterii clare care să ghideze dezvoltarea turismului rural în țară [1]. Aceste criterii trebuie să asigure nu doar atractivitatea destinațiilor, ci și sustenabilitatea acestora, implicând comunitățile locale și promovând o dezvoltare echilibrată. În continuare, vom explora câteva dintre aceste criterii fundamentale, care pot sprijini o creștere armonioasă și durabilă a turismului rural în Republica Moldova.

Criterii și metode de dezvoltare a turismului rural

Criteriile ce pot fi stabilite pentru dezvoltarea turismului rural în Moldova sunt formulate în următoarea ierarhie:

1. *Infrastructură adecvată:*

- Îmbunătățirea drumurilor și a accesului la localitățile rurale.
- Dezvoltarea rețelelor de transport public și de servicii de taxi.

2. *Promovarea patrimoniului cultural:*

- Conservarea și promovarea tradițiilor locale, meșteșugurilor și obiceiurilor.
- Crearea de trasee turistice care să evidențieze patrimoniul istoric și cultural.

3. **Dezvoltarea serviciilor de gazdă:**
 - Instruirea proprietarilor de pensiuni și case de oaspeți pentru a oferi servicii de calitate.
 - Crearea unor standarde minime pentru unitățile de cazare.
4. **Sustenabilitate ecologică:**
 - Promovarea turismului ecologic și a practicărilor sustenabile.
 - Implementarea unor măsuri de protecție a mediului și de conservare a biodiversității.
5. **Diversificarea ofertelor turistice:**
 - Dezvoltarea unor pachete turistice variate, incluzând activități de agrement, gastronomie locală și evenimente culturale.
 - Organizarea de ateliere artizanale, degustări de produse locale și tururi tematice.
6. **Marketing și promovare:**
 - Crearea unei strategii de marketing pentru a atrage turiști români și străini.
 - Utilizarea platformelor online și a rețelelor sociale pentru a promova destinațiile rurale.
7. **Colaborare între actorii din turism:**
 - Stimularea colaborării între autoritățile locale, agențiile de turism și comunitățile locale.
 - Formarea unor asociații care să reunească operatorii din turismul rural.
8. **Implicarea comunității:**
 - Promovarea participării comunității în dezvoltarea turismului și beneficiile economice generate.
 - Educația localnicilor despre avantajele turismului și despre cum pot contribui.
9. **Accesibilitate și inclusivitate:**
 - Asigurarea accesului pentru persoanele cu dizabilități la facilitățile turistice.
 - Promovarea turismului pentru toate categoriile sociale.

Metode de implementarea a acestor criterii

În contextul dezvoltării turismului rural în Republica Moldova, implementarea unor metode eficiente este esențială pentru a atinge criteriile stabilite și a valorifica potențialul natural și cultural al țării [2,3]. Turismul rural nu doar că poate contribui la dezvoltarea economică a comunităților locale, dar și la conservarea tradițiilor și promovarea unui stil de viață sustenabil.

Pentru a transforma aceste criterii în realitate, este necesară o abordare integrată care să implice colaborarea între autorități, comunități și operatori de turism. În continuare, vom explora diverse metode de implementare care pot sprijini această dezvoltare, asigurând astfel o experiență turistică autentică și de calitate, în beneficiul atât al vizitatorilor, cât și

al localnicilor. Aceste metode nu doar că vizează îmbunătățirea infrastructurii și serviciilor, ci și promovarea valorilor culturale și ecologice, garantând astfel un turism durabil și responsabil [4].

Pentru a îndeplini criteriile de dezvoltare a turismului rural în Republica Moldova, pot fi implementate diverse metode, după cum urmează:

1. Îmbunătățirea infrastructurii:

- Realizarea de studii de fezabilitate pentru proiectele de infrastructură necesare.
- Colaborarea cu autoritățile locale și regionale pentru a obține finanțare din fonduri naționale și europene.
- Implementarea programelor de mentenanță a drumurilor și a facilităților publice.

2. Promovarea patrimoniului cultural:

- Organizarea de evenimente culturale și festivaluri care să evidențieze tradițiile locale.
- Crearea de expoziții permanente în comunități, dedicate meșteșugurilor tradiționale.
- Colaborarea cu școlile pentru a educa tinerii despre importanța conservării patrimoniului.

3. Dezvoltarea serviciilor de gazdă:

- Oferirea de cursuri de formare pentru gazde, axate pe ospitalitate și servicii turistice.
- Implementarea unui sistem de certificare pentru pensiuni și case de oaspeți.
- Crearea unui ghid de bune practici pentru serviciile de cazare.

4. Sustenabilitate ecologică:

- Promovarea agriculturii ecologice și a produselor locale prin parteneriate cu fermierii.
- Implementarea inițiativelor de conservare a mediului, cum ar fi curățarea zonelor turistice și plantarea de copaci.
- Încurajarea utilizării surselor de energie regenerabilă în unitățile de cazare.

5. Diversificarea ofertelor turistice:

- Crearea de parteneriate între operatorii de turism, meșteșugarii locali și agricultorii pentru a dezvolta pachete turistice variate.
- Organizarea de tururi tematice, cum ar fi tururi gastronomice sau de aventură.
- Promovarea activităților recreative, cum ar fi drumețiile, ciclismul și tururile ecologice.

6. Marketing și promovare:

- Dezvoltarea unei strategii de marketing digital pentru a ajunge la audiențe internaționale.

- Participarea la târguri de turism și evenimente de profil pentru a crește vizibilitatea destinațiilor rurale.
- Crearea de materiale promoționale, inclusiv broșuri și videoclipuri, care să evidențieze atracțiile turistice.

7. Colaborarea între actorii din turism:

- Formarea de rețele și asociații de turism rural care să faciliteze colaborarea între diferitele părți implicate.
- Organizarea de întâlniri periodice între autoritățile locale și operatorii de turism pentru a discuta despre nevoile și provocările comune.
- Stabilirea unor parteneriate cu organizații non-guvernamentale care activează în domeniul turismului.

8. Implicarea comunității:

- Promovarea inițiativelor comunității, prin consultări și întâlniri cu locuitorii pentru a înțelege nevoile acestora.
- Crearea de programe de voluntariat care să încurajeze participarea localnicilor în activitățile turistice.
- Oferirea de recompense sau stimulente pentru comunitățile care se implică activ în promovarea turismului.

9. Accesibilitate și inclusivitate:

- Realizarea unui audit al accesibilității facilităților turistice pentru persoanele cu dizabilități.
- Implementarea unor campanii de sensibilizare pentru a încuraja turismul inclusiv.
- Crearea de programe speciale destinate grupurilor defavorizate, pentru a le oferi oportunități de a experimenta turismul rural.

Aceste metode, implementate cu un plan bine definit și colaborare între toate părțile implicate, pot sprijini dezvoltarea sustenabilă și de succes a turismului rural în Republica Moldova.

Concluzii

Dezvoltarea turismului rural în Republica Moldova reprezintă o oportunitate valoroasă de a valorifica resursele naturale și culturale ale țării, aducând beneficii economice și sociale comunităților locale. Prin stabilirea unor criterii clare și implementarea de metode eficiente, este posibil să se creeze un cadru propice pentru o experiență turistică autentică și sustenabilă. Colaborarea între autorități, operatori de turism și comunități este esențială pentru a asigura succesul acestor inițiative. Promovarea patrimoniului cultural, îmbunătățirea infrastructurii, dezvoltarea serviciilor de cazare și organizarea de activități diversificate pot atrage atât turiști români, cât și străini. În plus, implicarea comunității în procesul de dezvoltare va contribui la păstrarea identității locale

și la stimularea economiei regionale. Prin urmare, cu un angajament ferm și o strategie bine definită, turismul rural din Republica Moldova are potențialul de a deveni un motor al dezvoltării durabile, atrăgând vizitatori și promovând un stil de viață echilibrat și responsabil.

Bibliografie

1. SÎRBU, I. *Turismul rural în Republica Moldova: Potențial și provocări*. Editura Universității din Chișinău, 2020.
2. BĂDESCU, G. *Turismul rural în Republica Moldova: oportunități și provocări*. Editura Academiei de Științe a Moldovei, 2018.
3. PETRESCU, A. *Turismul ecologic și rural în Republica Moldova: o abordare practică*. Editura Timpul, 2017.
4. GHIMPU, L. Impactul turismului asupra dezvoltării comunităților rurale. In: *Revista de Studii Rurale*, 2021, 12(1), pp. 27-35.

CREATION OF AN AUTOMATED SYSTEM FOR MICROGREEN GROWING**Pavel DAVIDENKO**, senior lecturer<https://orcid.org/0000-0003-0680-8302>

Department of natural-mathematical disciplines and information-communication technologies, K. D. Ushynskiy Chernihiv Regional Institute of Postgraduate Pedagogical Education, Chernigov, Ukraine

Rezumat. Articolul discută problemele implicării studenților în lucrări productive pe proiecte, ale căror rezultate sunt noi dispozitive tehnice sau tehnologii. De fapt, aceasta este implementarea practică a abordărilor STEM în educație.

Autorul demonstrează importanța aspectelor practice și antreprenoriale ale proiectelor în derulare, care joacă un rol în creșterea motivației de a dobândi noi cunoștințe și de a dobândi abilități și competențe relevante. Autorul trage concluzii pe baza unui proiect finalizat de elevi de a crea un dispozitiv automat pentru cultivarea microplantelor.

Cuvinte cheie: STEM, învățare, dezvoltare, cercetare, inginerie.

Abstract. The article examines the problems of involving students in productive work on projects that result in new technical devices or technologies. In fact, this is a practical implementation of STEM approaches in education.

The author demonstrates the importance of the practical and entrepreneurial aspects of the projects being carried out, which play a role in increasing motivation to gain new knowledge and acquire relevant skills and competencies. The author draws conclusions based on the project completed by students to create an automated device for growing microgreens.

Keywords: STEM, ESTEAM, formare, dezvoltare, cercetare, inginerie.

Introduction

The Concept of Development of Natural Sciences and Mathematics Education (STEM-education), approved by the Cabinet of Ministers of Ukraine, states that important factors in economic development are knowledge-intensive and high-tech industries that experience a shortage of relevant specialists. The main reason for such a shortage is the loss of popularity of scientific, technical, engineering professions and, as a consequence, a decrease in the level of interest in studying subjects of natural, technological, mathematical educational branches among applicants for education [4]. As is known, it was precisely to eliminate this problem that STEM approaches were proposed to the education system more than 20 years ago.

My interests do not extend beyond the content of the above-mentioned Concept and focus on involving students in research [2] and creative (inventive) [3] activities. However, recently I have had the opportunity to add entrepreneurship to all of this. Based on this, and also taking into account that more than ten years ago art was added to it, the acronym STEM in my activities has expanded to ESTEAM.

Results and discussion

In September of this year, I managed to create the first youth space in Chernigov called "Ko_Laba", which combines research, creativity and the implementation of ideas. The laboratory for students to carry out research and creativity is located in the building of the Regional Center for Scientific and Technical Creativity.

The goal of the project is to help young people gain practical skills aimed at developing innovative thinking, creativity, analytical skills and skills that will be useful for their career and life. ESTEAM is an integrated practical approach to learning, in which teenagers will acquire a wide range of skills that reflect the requirements of modern society. In "Ko_Laba", students master digital manufacturing and prototyping technologies, such as 3D printing and laser cutting. Here they get acquainted with the basics of electronics and robotics, the possibilities of artificial intelligence (AI), develop communication skills, which allows them to work effectively in a team. However, we ensure that learning new things is carried out during the implementation of projects of practical content. Students must see that their activities are focused on obtaining a product that will be useful to people. We will show this with a specific example of one of our projects called "Microgreener".

It is known that microgreens are becoming an increasingly popular food product [5]. Young shoots of plants contain 4-40 times more vitamins, minerals and antioxidants compared to adult plants. For example, broccoli sprouts have a high level of sulforaphane, a compound that protects against cancer. This microgreen is rich in vitamins A, C, E, K and many other trace elements important for maintaining immunity, skin health and vision.

Microgreens are high in antioxidants, helping to fight inflammation and harmful free radicals, making them a valuable addition to the diet of those who care about healthy eating.

There are several ways to grow microgreens at home and on a farm.

1. Growing in soil. This is the most common method of growing microgreens and is suitable for both beginners and experienced gardeners.

2. Hydroponics (soilless): This method involves growing microgreens without using soil, making it cleaner and more convenient for indoor use.

3. Aeroponics. This high-tech growing method involves supplying plant roots with moisture and nutrients from the air.

Each of these methods requires active human participation. Our project allows you to automate the process of growing microgreens, which is important in conditions of time shortage. To create it, we use modern technologies and element base.

Our "Microgreener" is a box made of polystyrene foam or PVC panels with a transparent window for observing the sprouting microgreens. We have provided

automatic moisture supply, temperature support and the necessary lighting. Built-in sensors allow receiving signals about moisture supply modes, etc. Automated process control is carried out using an Arduino or Microbit controller. The project participants also proposed using a renewable power source (battery), which allows not to interrupt the technological process when the external power source is turned off.

The appearance of our "Microgreener" is shown in the figure (fig. 1). The figure shows the containers for growing microgreens. All electronics are placed in a block closed to moisture penetration.

Tests of the device we created showed that it really allows minimizing human involvement in the process of growing microgreens, providing optimal conditions for this. Automation reduces the risk of errors and makes it more efficient. The use of an autonomous power source has also proven itself to be positive. This is important in our conditions, when the power supply is unexpectedly interrupted.

Such devices can also be produced as part of school entrepreneurship, which will allow students to use school knowledge and skills in real life and replenish the budget of student self-government. The project can be launched into serial production. In this case, the costs of its production will decrease.

It should be noted that students take such projects seriously. This is due to the fact that they are convinced of the need to acquire new knowledge, as well as that the devices they develop are useful for people.



Figure 1. The appearance of the created microgreen

It is interesting that students continue working on the project when a certain device, as we think, is already ready for use. In this case, for example, they suggest adding smart control via the Internet (IoT) to it. This requires: a microcontroller with a connection to Wi-Fi or Bluetooth (for example, ESP8266 or ESP32), sensors, monitoring software (on a smartphone or computer). All data (soil moisture, temperature, light level, etc.) can be transmitted to a smartphone or computer in real time. The user will be able to receive notifications about the condition of the plants or remotely control the system - turn on / off watering, adjust lighting, etc.

Conclusions

Among the important components of STEM approaches in education, the author highlights research and engineering activities.

At the same time, these types of activities acquire greater significance when they are filled with real practical activities of students with an exit to entrepreneurship..

The author's teaching experience confirms the existing opinion that the process of creative activity has no end. Just as there is no limit to the improvement of technical devices and technologies created by creators.

It should be taken into account that we are not working with technical devices, but with students, so it is not always necessary to undertake projects to create complex technical devices and technologies. Creativity can also be demonstrated while working on a simple project.

Students of different ages and genders can be included in the work on creating technical devices and technologies. The main thing is that there is psychological compatibility.

Positive results are observed when a group combines “theorists” and “practitioners”.

The effectiveness of research and creative projects depends on the presence of IT specialists in the group. Moreover, they should be present at the beginning of the project, and not join the work at the stage of its completion.

References

1. GONZALEZ, H. B., KUENZI, J., J. Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer. URL: <https://sgp.fas.org/crs/misc/R42642.pdf>. (application date: 18.10.2024). [in English].
2. ДАВИДЕНКО, А. А. Дослідницька складова STEM. In: *Нові технології навчання: збірник наукових праць*. ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти». Київ, 2023. Вип. 97. с.51-57. <https://doi.org/10.52256/2710-3560.97.2023.97.06> [In Ukrainian].
3. ДАВИДЕНКО А. А. Інженерний складник STEM. In: *Нові технології навчання: збірник наукових праць*. ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти». Київ, 2024. Вип. 98. С.50-57. <https://doi.org/10.52256/2710-3560.98.2024.98.06> [In Ukrainian].
4. Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-p/print#n8> (дата звертання: 18.10.2024). [In Ukrainian].
5. Микрогрин: как и почему стоит есть этот суперфуд? URL: <https://fruit-time.ua/ru/blog/mikrogrin-yak-i-chomu-varto-yisti-cej-superfud.html> (дата обращения 18.10.2024). [in Russian].

ROLUL PROIECTELOR STE(A)M ÎN DEZVOLTAREA COMPETENȚELOR DE CERCETARE LA ELEVI/STUDENȚI PRIN PRISMA STUDIERII LICHENILOR

Sofia GRIGORCEA, doctor în biologie, conferențiar universitar

<https://orcid.org/0000-0002-4948-6430>

șef catedră Biologie vegetală, UPSC

Eugenia CHIRIAC, doctor în biologie, conferențiar universitar

<https://orcid.org/0000-0002-5935-0414>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”, Chișinău

Boris NEDBALIUC, doctor în biologie, conferențiar universitar

<https://orcid.org/0000-0002-9116-4515>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”, Chișinău

Odetta ȚIGANAȘ, doctor în biologie, profesoară de biologie

<https://orcid.org/0009-0009-0745-9758>

Instituția Publică Liceul Teoretic „Spiru Haret”

Rezumat. Articolul prezintă unele aspecte de implementare a proiectelor STE(A)M în dezvoltarea competențelor de cercetare la elevi/studenti prin prisma studierii lichenilor. Lichenii reprezintă un grup uimitor de organisme formate prin simbioza durabilă dintre o ciupercă și o algă verde sau albastră. Particularitățile morfologice, anatomice și fiziologice ale lichenilor deschid noi oportunități de cercetare sub aspect inter- și transdisciplinar. Proiectele STE(A)M integrează latura cercetării în procesul de învățare valorificat în sens superior-inovator.

Cuvinte cheie: Proiect STE(A)M, elevi, studenți, cercetare, competențe.

Abstract. The article presents some aspects of implementation of STE(A)M projects in the development of research competences of the schoolchildren /students through the prism of lichens study. Lichens represent an amazing group of organisms formed by the enduring symbiosis between a fungus and a green or blue algae. The morphological, anatomical and physiological particularities of lichens open up new research opportunities in the inter - and transdisciplinary aspect. STE(A)M projects integrate the research side into the higher-innovative learning process.

Keywords: STE(A)M project, Schoolchildren, Student, research, competences.

Introducere

În vederea asigurării calității și dezvoltării sistemului educațional, cercetarea este indispensabilă activității de instruire [9]. Antrenarea elevilor/studentilor în procesul de cercetare implică realizarea unor sarcini complexe, cum ar fi: identificarea direcției de cercetare, documentarea, enunțarea ipotezelor, alegerea metodelor de cercetare și însușirea lor, colectarea, prelucrarea statistică a datelor, analiza și sinteza acestora, formularea concluziilor. Astfel, prin cercetare se asigură integrarea cunoștințelor acumulate în cadrul

ariilor curriculare, a propriilor cunoștințe, priceperi și deprinderi, ceea ce creează premise pentru o abordare inter- și transdisciplinară a problemelor studiate [5, 7].

Actualmente, abordarea educațională prin proiectele STE(A)M (Știință, Tehnologie, Inginerie, Arte și Matematică) propune un mediu de învățare atractiv, unde se pune accent pe învățarea prin cercetare și pe conectarea cunoștințelor teoretice cu aplicațiile lor practice, ceea ce contribuie la dezvoltarea unui set diversificat de competențe esențiale pentru succesul educabilului [8, 6].

Analiză și rezultate

În continuare, vom prezenta un model de proiect STE(A)M ce asigură integrarea și dezvoltarea competențelor de cercetare la elevi/studenti prin prisma studierii lichenilor. [1, 2, 4, 10, 11].

Organizarea echipelor pentru realizarea proiectului se poate realiza corespunzător schemei din figura 1:

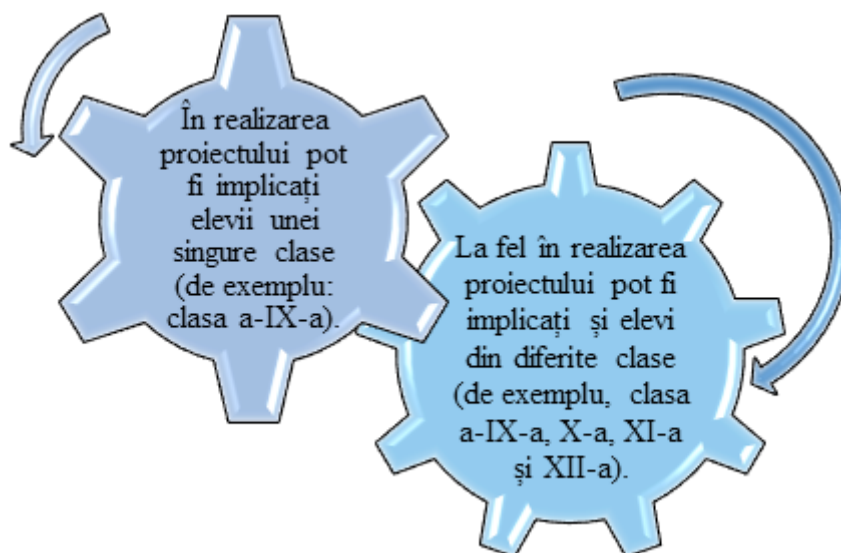


Figura 1. Organizarea la nivel de echipă

În realizarea proiectului sunt implicate 7 echipe, formate din elevii/studenti: 1. Biologii; 2. Ecologii; 3. Geografii; 4. Matematicieni; 5. Informaticieni; 6. Tehnologi; 7. Arte.

- **Biologii** studiază structura morfologică, anatomică, clasificarea și reproducerea lichenilor (fig. 2).

Lichenii sunt un grup original de organisme, în corpul cărora conviețuiesc doi componenți (Fig. 2): ficobiontul autotrof (alga) și micobiontul heterotrof (ciuperca), ce alcătuiesc un organism simbiotic unic cu particularități morfologice, anatomice, fiziologice-biochimice, ecologice specifice și, prin urmare, calitativ deosebit de algele și ciupercile ce trăiesc liber.

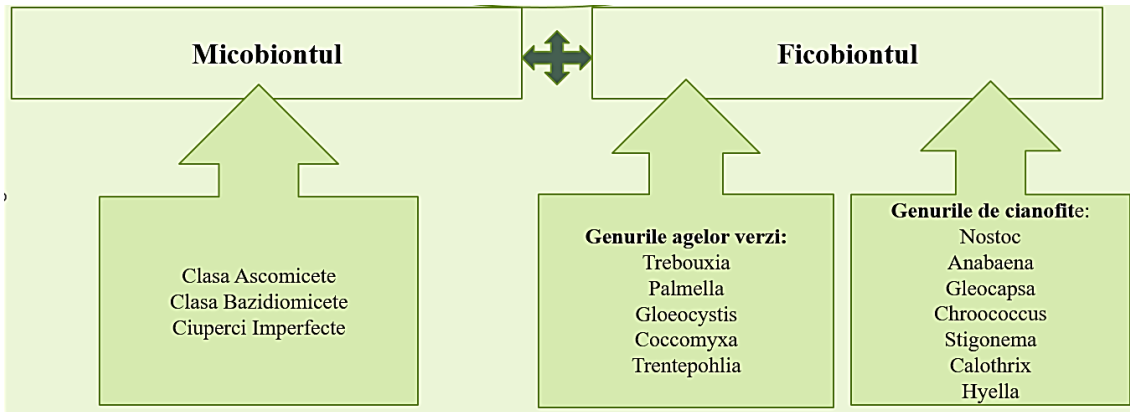


Figura 2. Componenții lichenilor

Relațiile dintre componenții talului lichenilor:

1. *Parazitismul ciupercilor pe alge;*
2. *Hilotismul;*
3. *Simbioza mutuală: alga asigură ciuperca cu substanțe organice, ciuperca asigură alga cu apă și substanțe minerale.*

Din punct de vedere morfologic se disting 4 tipuri de licheni (Fig. 3)

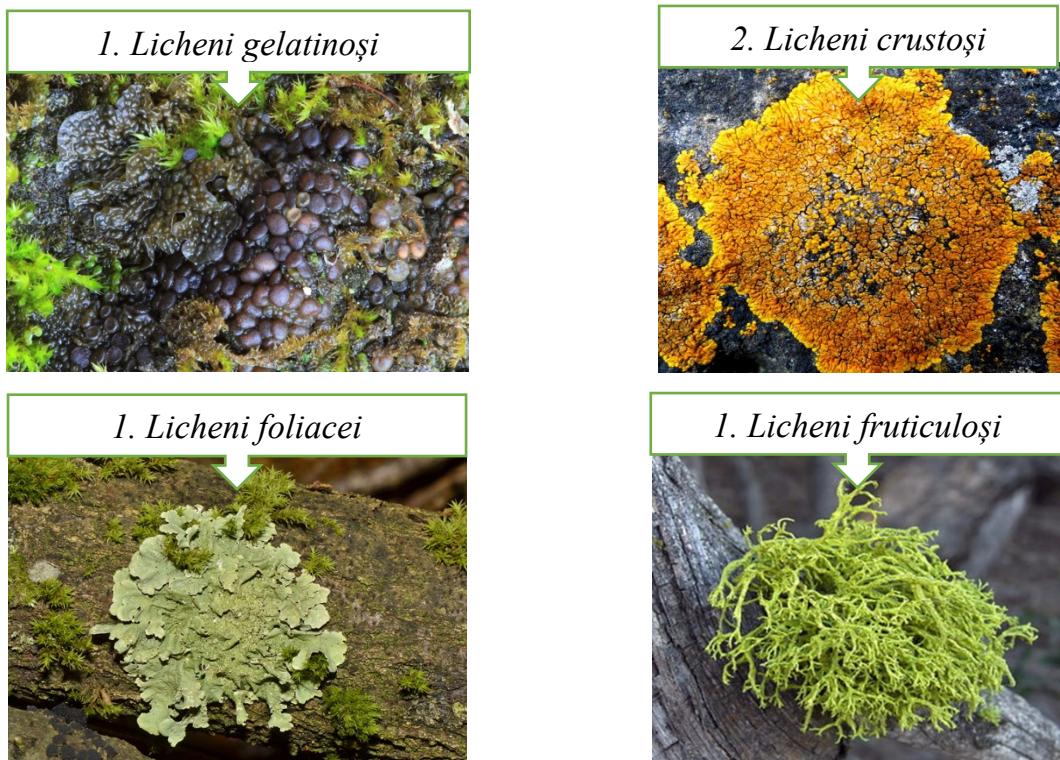


Figura 3. Tipuri morfologice de licheni [12]

În funcție de modul în care celulele algelor și ciupercilor sunt distribuite între ele, se distinge o altă clasificare:

- **homomeric**, în care ficobiontul este situat aleatoriu printre celulele micobiontului (Fig. 4).

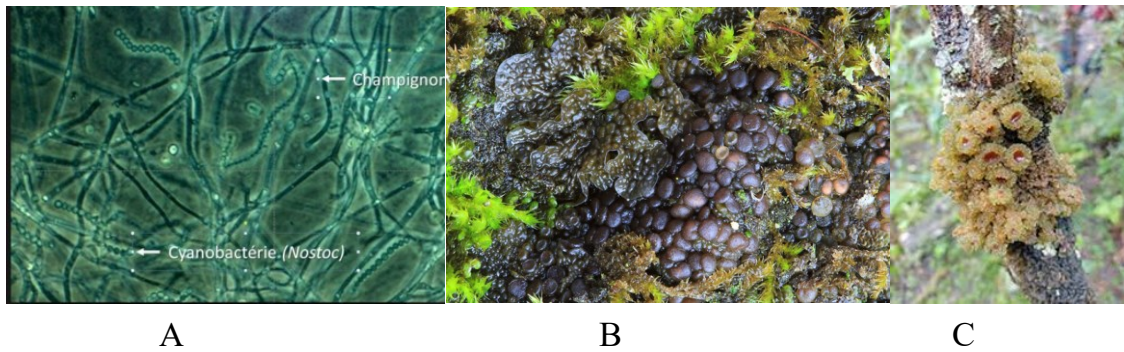


Figura 4. Aspectul talului homomeric (A) și exemple de licheni: *Collema spp.* (B) și *Leptogium spp.* (C) [12]

- heteromeric, în care există o separare clară în straturi (Fig. 5).

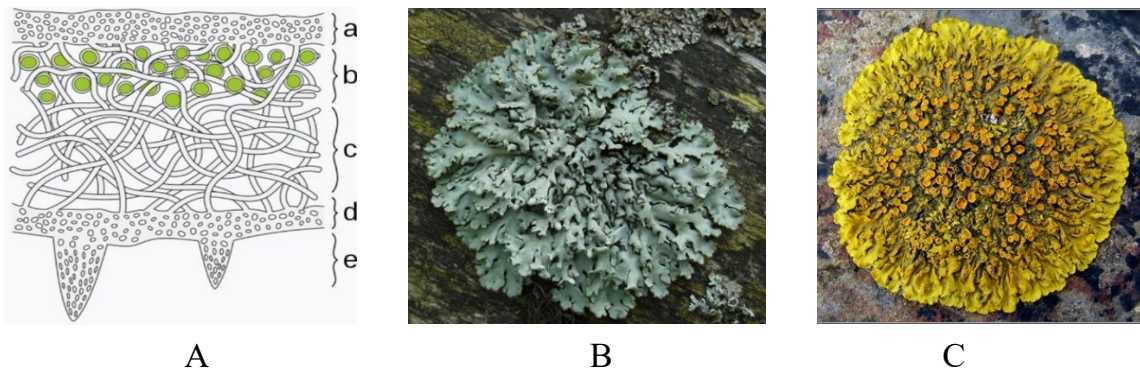


Figura 5. Secțiune transversală schematică a lichenului folios (tal heteromer) (A) și exemple de licheni: *Hypogymnia spp.* (B) și *Xanthoria spp.* (C) [12]

- a. Cortexul – stratul exterior al filamentelor de ciuperci bine țesute (hife); b. Strat fotobiont cu alge verzi fotosintetizante; c. Hife împachetate slab în medulă; d. Un cotex inferior bine țesut; e. Ancorare hife numite rezine unde ciuperca se atașează de substrat

Pentru licheni sunt caracteristice următoarele tipuri de înmulțire (Fig. 6):

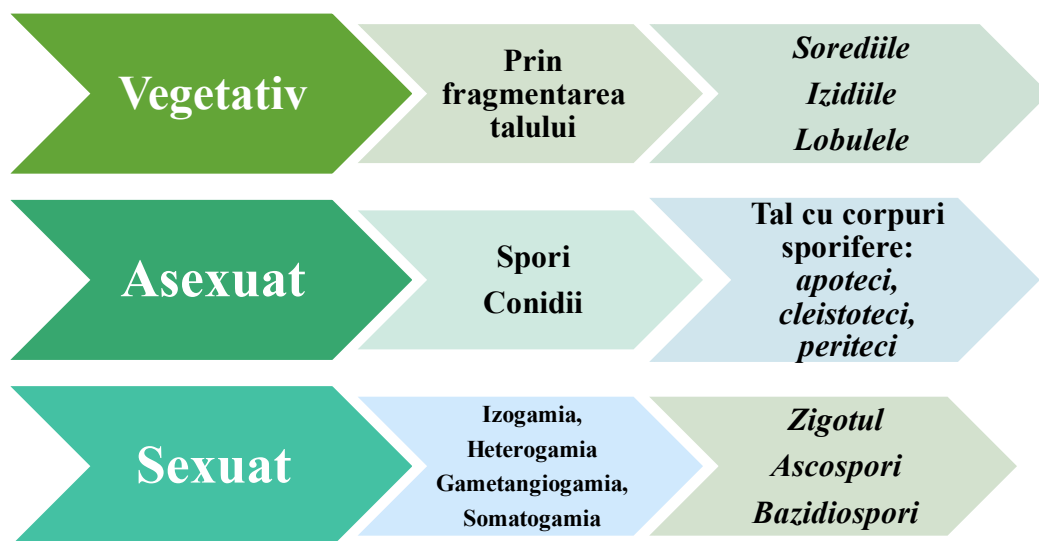
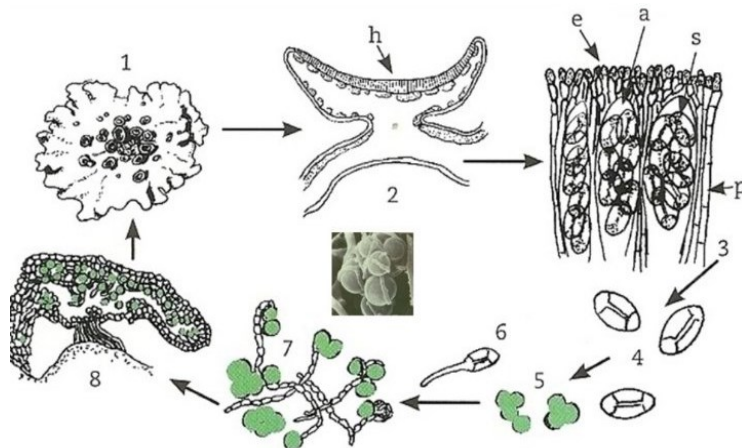


Figura 6. Tipurile de reproducere la licheni

În figura 7 este reprezentat ciclul de dezvoltare la specia de licheni *Xantoria parietina*.



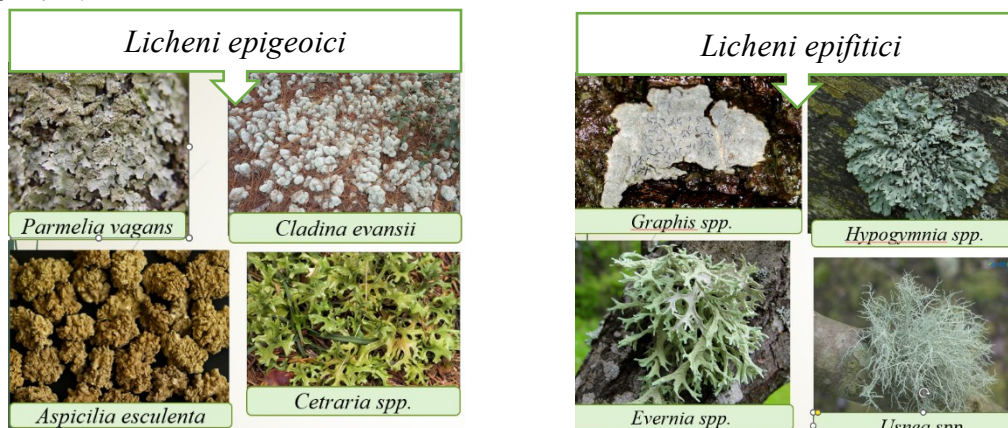
1. Tal cu apoteciu; 2. Secțiune verticală prin apotecii (h-himeniu); 3. Secțiune prin himeniu (e: epiteciu; p: parafize; s: spori; a: asce); 4. Spori maturi din himeniu; 5. Celule algale (*Trebouxia* spp.); 6. Spor germinat; 7. Stadiu primordial de dezvoltare al talului; 8. Talul în proces de diferențiere

Figura 7. Ciclul de dezvoltare la *Xantoria parietina* [12]

- **Echipele ecologice** identifică grupele ecologice de licheni și reacțiile de răspuns ale lichenilor la factorii de mediu.

Lichenii în dependență de substratul pe care viețuiesc și factorii mediului ambiant se împart în mai multe grupe ecologice (Fig. 8):

- **Epigeoici (terestri)**, sunt forme libere (migrante) la care legătura cu solul lipsește, iar ei sunt purtați de vânt (de exemplu *Parmelia vagans*, *Aspicilia esculenta*, ș.a.), și forme aderente (*Cladonia* spp., *Cladina* spp., *Alectoria* spp., *Cetraria* spp., ș.a.).
- **Epifitici**, ce cresc pe tulpinile și ramurile arborilor și arbuștilor, includ forme crustate, arbusculiforme și foliate (*Graphis* spp., *Hypogymnia* spp., *Evernia* spp., *Usnea* spp. ș.a.).
- **Epifili**, care cresc pe frunzele și acicolele speciilor veșnic verzi (*Fellhanera* spp., *Catillaria* spp. ș.a.).
- **Epiliți**, se dezvoltă pe substraturile pietroase (*Placopsis* spp., *Lecanora* spp., *Biatora* spp., *Rhizocarpon* spp., ș.a.).
- **Epibrioșiți**, se dezvoltă pe substraturi comune cu mușchi (*Peltigera* spp., *Colema* spp., ș.a.).



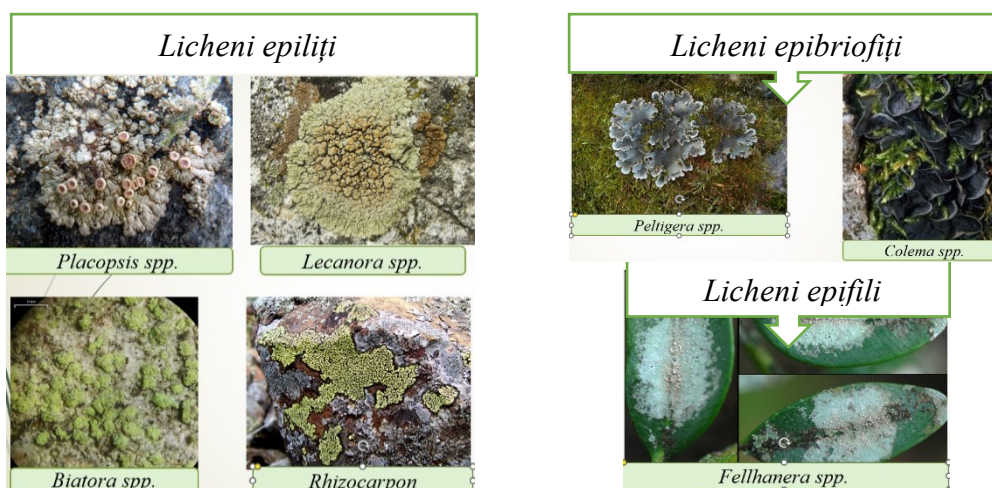


Figura 8. Exemple de licheni din diferite grupe ecologice [12]

Reacții de răspuns ale lichenilor la factorii de mediu. Răspunsurile lichenilor la poluanți pot cuprinde modificări morfologice, anatomice sau fiziologice. De exemplu, la *Hypogymnia physodes* s-au observat următoarele efecte ale poluării aerului:

- *Modificări externe:*
 - schimbarea culorii talului;
 - scăderea dimensiunii talului;
 - creșterea densității (întărirea) talului.

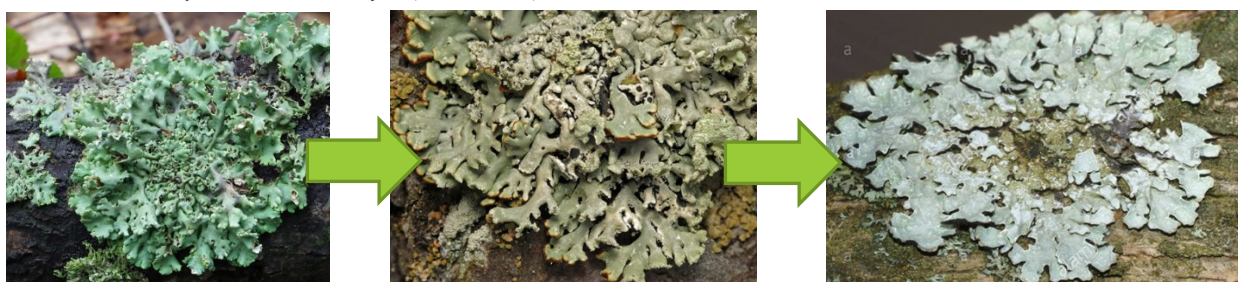


Figura 9. Modificări morfologice ale lichenului *Hypogymnia physodes* la acțiunea poluanților [12]

- *Modificări anatomice ale lichenilor sub acțiunea poluanților:*
- creșterea numărului de celule moarte și plasmolizate;
- scăderea numărului și dimensiunilor celulelor agale.
- *Reacțiile la nivel fiziologic ale lichenilor la acțiunea poluanților sunt reprezentate în schema din figura 10.*
- **Geografii** caracterizează condițiile de mediu în arealul de răspândire a diferitelor specii de licheni (temperatura, poziția geografică, umiditatea, ș.a).
- **Matematicienii** determină analiza cantitativă a speciilor de licheni dintr-o anumită suprafață, pe baza *numărului de specii, abundenței relative și a indicelui de puritate atmosferică* în baza formulelor:

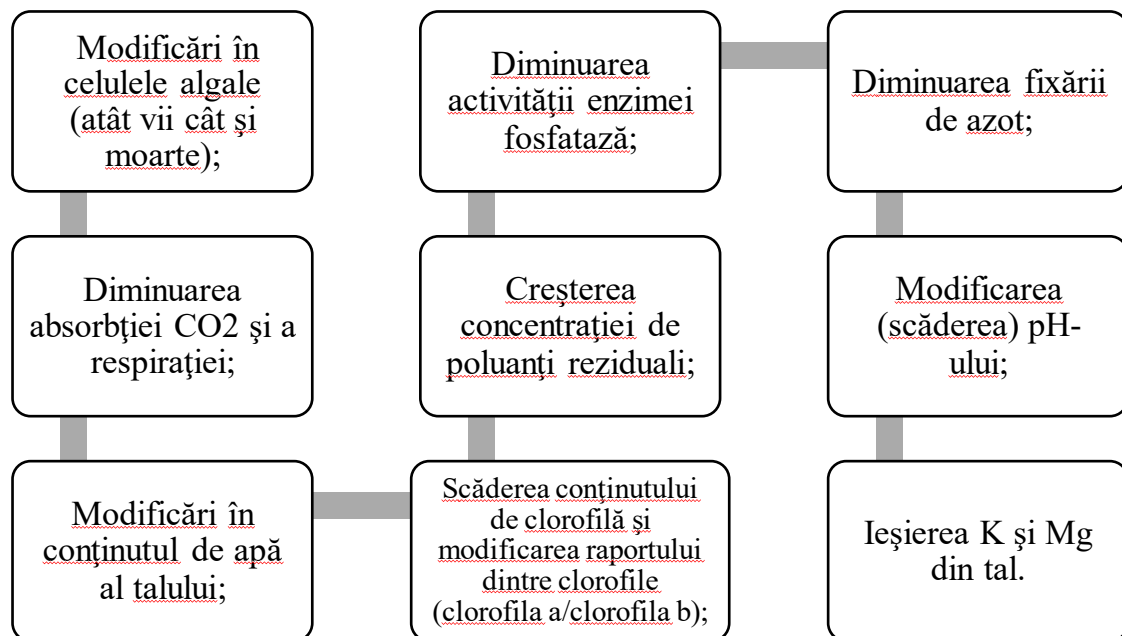


Figura 10. Modificări fiziologice ale lichenilor la acțiunea poluanților

- *Abundența relativă* se calculează pe baza formulei [3,11]:

$$A(\%) = \frac{n}{N} \times 100$$

unde:

A = abundența relativă;

n = numărul total de indivizi ai unei specii prezenta în cadrul unui set de suprafețe de probă;

N = numărul total de indivizi din toate suprafețele de probă.

- *Indicele de puritate atmosferică (IPA)* se calculează conform formulei [10,11]

$$IPA = \frac{\sum(F \times Q)}{10}$$

unde:

F = valoarea abundenței fiecărei specii din stațiunile investigate;

Q = media numărului de specii din una, câteva sau toate stațiunile investigate, care însoțesc specia luată în considerare.

Valorile reduse ale IPA indică zone poluate iar valorile ridicate ale IPA, reflectă un grad înalt de calitate atmosferică.

- **Informaticienii** generează modele grafice, diagrame în baza numărului abundenței relative și a indicelui de puritate atmosferică.
- **Echipa Tehnologilor** elucidează rolul și aplicațiile lichenilor în biotehnologie și bioindicație

Aplicarea biotehnologică a lichenilor rezultă în special din utilizarea lor ca materie primă, valoroasă în diferite ramuri industriale (farmaceutică, alimentară, chimică).

Unele dintre substanțele lichenice au o pregnantă acțiune antibiotică. Proprietățile miraculoase atribuite lichenilor se bazează în mare parte pe asemănarea acestora cu organul sau boala pe care o tratează. De exemplu:

- *Lobaria pulmonare* este utilizat în obținerea de produse pentru tratarea bolilor pulmonare;
- *Usnea dasopoga* are o largă aplicabilitate în obținerea de produse ce asigură un aspect sănătos al podoabei capilare.



A



B

Figura 11. Specii de licheni utilizate în industria farmaceutică și cosmetică: *Lobaria pulmonaria* (A), *Usnea dasopoga* (B) [12]

Avantajul folosirii lichenilor în bioindicație:

- apa și gazele sunt schimbate pe întreaga suprafață a plantei;
- pot asimila, concentra și stoca mulți compuși, în concentrații mai mari decât în împrejurimile lor;
- sunt expuși la poluanți pe tot parcursul anului și nu au nici o cuticula de protecție;
- trăiesc mult timp;
- apa și substanțele minerale sunt absorbite foarte rapid.

Exemple de licheni cu o largă aplicabilitate în bioindicație sunt figura 12 și 13.



A



B



C

Figura 12. Specii de licheni ce Servesc pentru determinarea concentrațiilor de metale grele în aer: *Parmelia spp.* (A), *Evernia spp.* (B); *Cladonia spp.* (C) [12]



**Figura 13. Specii de licheni ce preferă cel mai curat aer atmosferic:
Usnea spp. (A), *Lobaria spp.* (B) [12]**

Sa descoperit ca atunci când nivelul poluării aerului crește, primii dispar lichenii fruticosi, apoi lichenii folicioși, iar ultimii care dispar sunt forme de licheni crustoși.

- **Echipa Arte** ilustrează harta de răspândire a lichenilor în arealul cercetat.

Proiectele STE(A)M integrează latura cercetării în procesul de învățare valorificat în sens superior-inovator.

Concluzii

Lichenii reprezintă un grup aparte de organisme, rezultate în urma conviețuirii permanente dintre o ciupercă și o algă verde sau albastră. Corpul vegetativ rezultat (talul) este total diferit morfologic, structural și fiziologic față de cei doi parteneri care participă la simbioză.

Stimularea cercetării prin intermediul proiectelor STE(A)M manifestă un rol important în dezvoltarea competențelor de învățare experimentală ceea ce asigură integrarea și adaptarea educabilului într-o societate aflată în continuă evoluție.

Bibliografie

1. BEGU, A. *Ecobioindicația: premise și aplicare*. Chișinău: Digital Hardware SRL, 2011. 166 p.
2. BEGU, A. Studiul ecobioindicației în Republica Moldova și implementarea ei în monitoringul calității mediului. Autoreferatul tezei de doctor habilitat în biologie. Chișinău, 2010. 45p.
3. BOTNARIUC, N.; VADINEANU, A. *Ecologie (Ecology)*. Bucharest: Ed. did. și pedagog., 1982. 440 pp.
4. DONICĂ, A. Aspecte teoretice și practice ale lichenoindicației în ecosistemele forestiere. Institutul de Ecologie și Geografie. *Buletinul AȘM. Științele vieții*. Nr. 1(334) 2018, p. 163-173.
5. GRIGORCEA, S.; CHIRIAC, E.; NEDBALIUC, B. Dezvoltarea competențelor de cercetare la studenți prin realizarea experimentului biologic. *Mater. conf.*

- Republicane a Cadrelor Didactice*, 26-27 februarie 2022, Vol. II, Didactica șt. naturii. Chișinău, UST, 2022, p. 164-168. ISBN 978-9975-76-384-4.
6. GRIGORCEA, S.; GRECU, T.; CHIRIAC, E.; NEDBALIUC, B. The STE(A)M project – the stimulus for the development of active-participatory learning competences in biology lessons. In: *Proceedings of the 31st Conference on Applied and Industrial Mathematics. Communications in Education*. CAIM 2024. Publishes by MATRIX ROM Bucharest, 2024. September, p. 118-123, 2024 Oradea, România. p. 52-59. ISSN 3061-3477.
 7. NEDBALIUC, B.; GRIGORCEA, S.; CIOBANU, E.; NEDBALIUC, R. Dezvoltarea capacităților cognitive la elevi prin implicarea lor în activități de cercetare științifică. *Conferința științifico-practică internațională „Instruire prin cercetare pentru o societate prosperă”* Ediția a IX-a. Vol. 1. Chișinău, UST, 19-20 martie 2022 p. 210-216. ISBN 978-9975-76-390-5.
 8. PETROVSCHI, N. *Tendențe moderne în didactica disciplinelor școlare: Suport de curs*. Chișinău: Garomont Studio, 2021. 120 p. ISBN 978-9975-3506-6-2.
 9. UNGUREANU, I.; BURDUCEA, M.; TUDOR, V.; MORARU, V.; UNGUREANU, R.; HARABAGIU, I.; CAPCELEA, V. Dezvoltarea competențelor de cercetare ale elevilor la lecțiile de biologie, chimie. In: *Univers Pedagogic*, nr. 1 (61), 2019, pp. 18-28.
 10. JOHNSON, D.W. Air pollution and the distribution of corticolous lichens in Seattle, Washington. *Northwest Science*. 53 (4): 1979, pp. 257-263.
 11. VICOL, I. Lichenii epifitici, indicatori ai calitatii mediului in ecosisteme forestiere din aria metropolitana a municipiului Bucuresti. *INCD ECOIND – International symposium – SIMI 2011 “The environment and the industry”*. p. 303-309.
 12. Source: <https://www.google.com>

Studiul a fost realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Impactul antropic și ecologic asupra diversității vegetale și aspectul interdisciplinar în pregătirea viitorilor specialiști în Biologie”, din cadrul catedrei Biologie vegetală, facultatea de Biologie și Chimie, și al proiectului de cercetare „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale din perspectiva conceptului STEAM și Inteligenței Artificiale” Universitatea Pedagogică de Stat “Ion Creangă”, Chișinău.

**DEZVOLTAREA COMPETENȚELOR DE INVESTIGARE LA ELEVI
PRIN INTERMEDIUL INTER- ȘI TRANSDISCIPLINARITĂȚII LA
ORELE DE BIOLOGIE**

Mariana LOZINSCHII, dr.

<https://orcid.org/0009-0004-1760-2814>

Centrul de Excelență în Medicină și Farmacie, „Raisa Pacalo”

Lilia BRÎNZĂ, dr., conf. univ.

<https://orcid.org/0000-0003-1936-4376>

Catedra Biologie vegetală, UPSC

Eduard COROPCEANU, dr., prof. univ.

<https://orcid.org/0000-0003-1073-828X>

Institutul de Inovare, Cercetare și Transfer Tehnologic, UPSC

Rezumat. În lucrare au fost evidențiate unele aspecte ale dezvoltării competențelor de investigație la elevi prin intermediul unei educații interdisciplinare. Studiile au urmărit optimizarea condițiilor de creștere a microplantelor și evaluarea impactului factorilor asupra dezvoltării acestora. Microplantele sunt plantule comestibile, în stadiul incipient de dezvoltare, ce au un conținut mare de vitamine și minerale și oferă numeroase beneficii pentru sănătatea adolescenților. În cadrul lecțiilor de biologie elevii au cultivat microplante din semințe netratate de morcov, grâu, busuioc, in etc.

Cuvinte-cheie: Interdisciplinaritatea, transdisciplinaritatea, microplante, nutriție, elevi

Abstract. In the current work highlights some aspects of developing investigation skills in students through interdisciplinary education. The studies focused on optimizing the growing conditions for microgreens and evaluating the impact of various factors on their development. Microgreens are edible seedlings in the early stages of growth that have a high content of vitamins and minerals, providing numerous health benefits for adolescents. During biology lessons, students cultivated microgreens from untreated seeds of carrots, wheat, basil, flax, etc.

Keywords: Interdisciplinarity, transdisciplinarity, microplants, nutrition, students

Introducere

Interdisciplinaritatea și transdisciplinaritatea în domeniul științelor naturii oferă oportunități inovatoare și profunde de înțelegere a materiei studiate [6]. Într-un context global în permanentă schimbare, provocările din domeniul biologiei devin din ce în ce mai complexe [12]. De la efectele schimbărilor climatice până la gestionarea pandemiilor, nu mai este suficient să abordăm soluțiile din perspectiva unei singure discipline. Aici este necesară o abordare inter- și transdisciplinară – concepte esențiale ce transformă esențial procesul de studiu al vieții [9].

Un exemplu relevant ar putea fi un biolog care colaborează cu un specialist IT pentru a analiza date genomice sau un ecolog care lucrează alături de un sociolog pentru a evalua

influența comunităților umane asupra habitatelor naturale [5]. Aceste colaborări nu doar că extind cunoștințele, dar și deschid noi orizonturi în înțelegerea proceselor biologice. În acest articol, vom examina modul în care aceste abordări pot duce la descoperiri revoluționare și soluții inovatoare pentru educație. Atât timp cât educația se concentrează exclusiv pe transmiterea cunoștințelor și nu pe dezvoltarea abilităților practice și aplicate, școala nu va progresa semnificativ în viitor. Pentru a remedia acest aspect, este necesar ca programele școlare să susțină mai mult transferul interdisciplinar și pluridisciplinaritatea [1, 4, 7]. O abordare inter- și transdisciplinară în predarea biologiei este esențială, având în vedere natura domeniului. Așa cum afirmă B. Nicolescu (1997), „disciplinaritatea, pluridisciplinaritatea, interdisciplinaritatea și transdisciplinaritatea sunt cele patru săgeți ale aceluiași arc: cunoașterea” [9].

Rolul interdisciplinarității în cadrul disciplinei biologiei include:

- Dezvoltarea competenței de investigare prin formarea abilităților practice și a proceselor analitice, bazându-se pe studiul de caz și integrarea cunoștințelor din alte domenii în diverse contexte.
- Extinderea orizontului de cunoștințe din diverse arii curriculare, oferind argumente privind procesele de dezvoltare a personalității elevului, inclusiv în ceea ce privește starea de bine și sănătatea.
- Generalizarea și sistematizarea volumului de cunoștințe.
- Îmbunătățirea învățării holistice pentru dezvoltarea multilaterală a elevilor, punând accent pe experiența de viață din perspectivă morală, intelectuală, socială, etică, estetică și tehnologică [1].

În domeniul nutriției, microplantele au devenit recent un subiect de interes major datorită conținutului lor crescut de nutrienți și potențialelor beneficii pentru sănătate. Termenul de „microplante,” se referă la plantulele comestibile, într-un stadiu incipient de dezvoltare, între germen și o plantă tânără. Ele sunt foarte utile, gustoase și ușor de cultivat [2, 11].

Germenii și microplantele au multe în comun, dar există câteva detalii care fac diferența. Microplantele cresc în sol și absorb nutrienții din acesta prin rădăcinile lor și pot fi cultivate pe tot parcursul anului. Cultivarea plantulelor la domiciliu este o metodă sigură, deoarece nu este necesară utilizarea substanțelor chimice. Semințele de plante pot fi ușor achiziționate din magazinele specializate.

Microplantele au o mulțime de substanțe utile. Plantulele nu au timp să acumuleze o cantitate mare de substanțe periculoase și nocive ce pot afecta organismul uman. În același timp, ele produc o cantitate mare de vitamine, necesară pentru dezvoltarea și creșterea lor. Deci, aceeași cantitate de microplante are de câteva zeci de ori mai mult beneficiu decât plantele adulte. Microelementele nocive, care se acumulează pe parcursul vieții în celulele fiecărui organism vegetal, nu reușesc să se acumuleze în cantități mari în celulele

microplantelor. Aceste plante se recomandă copiilor, deoarece oferă beneficii maxime. Microplantele conțin vitaminele A, B₁, B₂, B₅, B₆, C, E, PP, microelemente, nutrienți etc. Ele permit curățarea corpului uman de substanțe inutile, promovează pierderea în greutate și au un efect pozitiv asupra diferitelor sisteme de organe. Din acest motiv, utilizarea lor a devenit extrem de populară în rândul celor care adoptă un stil de viață sănătos. Aceste competențe dobândite în cadrul experimentului pot fi utile pentru promovarea unui stil sănătos de viață, dar și pentru inițierea unei afaceri în domeniu, fapt care poate influența traiectoria dezvoltării profesionale [10].

În acest aspect *scopul cercetărilor* a constat în studierea creșterii și dezvoltării microplantelor în condiții de laborator, precum și de dezvoltare la elevi a competențelor de investigație.

Obiectivele propuse:

- Realizarea studiului cu caracter interdisciplinar, care ar putea influența benefic dezvoltarea competenței de cercetare.
- Investigarea caracteristicilor consumului de microplante și identificarea speciilor de plante cultivate adecvate pentru inițierea microplantelor din semințe.
- Evaluarea impactului factorilor fizici, chimici și biologici asupra dezvoltării microplantelor.
- Optimizarea condițiilor de creștere, identificarea perioadei de dezvoltare optimă și stabilirea momentului potrivit pentru recoltarea microplantelor.
- Crearea premiselor favorabile pentru dezvoltarea competenței antreprenoriale în baza studiului realizat.

Metode și materiale utilizate

Cercetările menționate în lucrare au implicat participarea activă a elevilor din cadrul Centrului de Excelență în Medicină și Farmacie „Raisa Pacalo”. Investigațiile s-au realizat la lecțiile de biologie în trei clase de elevi din anul I de studiu (clasa a X-a profil real), la unitatea de conținut II: „**Caracteristici generale ale organismelor**” [3, 8].

Pentru creșterea microplantelor au fost selectate semințe de: morcov, floarea-soarelui, grâu, sfeclă roșie, busuioc, in, mazăre și fasole.

Experimentele desfășurate în cadrul lecțiilor de biologie au fost organizate în 9 echipe, fiecare având câte 3 elevi. Ghidați de profesor, fiecare echipă s-a concentrat asupra investigării unui obiect de studiu: *1 echipă* – morcov; *2 echipă* – floarea-soarelui; *3 echipă* – grâu; *4 echipă* – sfecla roșie; *5 echipă* – busuioc; *6 echipă* – in; *7 echipă* – mazăre; *8 echipă* – fasole, *9 echipă* – porumb. Semințele au fost repartizate fiecărei echipe în timpul orei de biologie, iar activitățile de cercetare s-au desfășurat atât în timpul cursului, cât și condiții casnice.

Pentru creșterea microplantelor în condiții de laborator a fost nevoie de:

- *Semințe* – destinate germinării și netratate cu substanțe chimice;
- *Container din plastic* – un recipient potrivit pentru cultivare;
- *Substrat* – sol sau un amestec special de substrat pentru plante.

Plantulele pot fi obținute din semințele aproape oricărei plante, dar agricultorii recomandă procurarea semințelor speciale pentru cultivarea microplantelor, și nu cele pentru plantare în teren deschis. Deoarece astfel de semințe pot fi tratate cu fungicide și insecticide pentru a proteja plantulele de potențialii dăunători. Aceste substanțe nu sunt dăunătoare pentru plantele mature, dar pot fi periculoase pentru microplantele destinate consumului.

Cultivarea microplantelor în condiții de laborator a inclus următoarele etape:

- Hidratarea semințelor cu apă;
- Umplerea containerului cu sol;
- Răspândirea semințelor hidratate pe suprafața solului și acoperirea lor cu un strat subțire de sol;
- Acoperirea containerului cu peliculă, până când semințele vor germina.

După ce germinează semințele, containerele se descoperă și se udă prin pulverizare de până la trei ori pe zi. Procesul de creștere a fost urmat cu mare atenție pentru asigurarea unei germinări corecte și obținerii de microplante sănătoase.

Rezultate și discuții

Ne-am propus experimentul de cultivare a microplantelor deoarece ele sunt ușor de crescut, nu necesită mult efort, timp sau echipamente speciale. Ele pot fi cultivate în orice moment al anului, atât în interiorul, cât și în afara casei, iar nivelul de nutrienți rămâne constant, indiferent de sezon. Înainte de începerea experimentului, elevii au fost familiarizați în detaliu despre metodologia acestuia, inclusiv despre condițiile necesare și modul de organizare.

A fost analizată și discutată informația din literatură cu privire la importanța microplantelor. Se știe, că consumul de microplante aduce beneficii deoarece acestea sunt o sursă bogată de nutrienți precum potasiul, fierul, zincul, magneziul, cuprul, vitamina A, vitamina C și acid folic. Conform studiilor, concentrația acestor substanțe nutritive în plantule poate fi de până la 9 ori mai mare decât în plantele obișnuite. Microplantele conțin o cantitate maximă de vitamine, oligoelemente și minerale, dar conținutul acestora depinde de diverși factori: condițiile de creștere, calitatea solului etc.

Interesul pentru diverse genotipuri de microplante aduce în discuție diverse aspecte cum ar fi: aroma, textura, compoziția fitochimică și valoarea nutrițională. Microplantele variază după gust, de exemplu, unele pot fi amare, picante, delicate, fără gust sau chiar acre. Printre speciile frecvent utilizate pentru a produce microplante se numără cerealele: ovăz, grâu moale, grâu dur, porumb, orz, orez; plantele oleaginoase, cum ar fi floarea-

soarelui; și cele cu fibre, cum ar fi inul, alături de numeroase specii aromatice precum busuiocul, arpagicul, coriandrul și chimenul. Aceste specii sunt alese pe criterii agronomice și comerciale, fiind caracterizate prin semințe de înaltă calitate, uniforme, cu capacitate înaltă de germinare, sănătoase și disponibile la prețuri accesibile. Un alt criteriu important este disponibilitatea lor pe tot parcursul anului, fără cerințe speciale de temperatură și mediu optim pentru germinare. Selecția speciilor poate fi influențată și de aspecte precum formă, culoare (verde, galben, violet, roșu, purpuriu și variate), textură (suculentă, crocantă) și durata de conservare.

Microplantele sunt niște plantule cu o înălțime de 5-15 cm, care au reușit, pe lângă frunzulițele embrionare, să elibereze 1-2 frunze adevărate. Cultivarea acestor plantule durează de la 5 până la 12 zile de la plantarea semințelor în sol.

Mai târziu, elevii au pus în practică cunoștințele teoretice dobândite. Astfel, echipele de elevi au crescut plantule din semințe de morcov, floarea-soarelui, grâu, sfeclă roșie, busuioc, in, mazăre, fasole și porumb (fig. 1).

Pentru a asigura o creștere normală a microplantelor, este important să se creeze condiții optime. În caz contrar, există riscul ca plantulele să fie prea subțiri, ceea ce poate fi cauzat de diverși factori: lipsa luminii adecvate, temperatură prea joasă sau prea ridicată, insuficiență de umiditate în sol etc.



Figura 1. Unele microplante cultivate în condiții de laborator: 1 – morcov; 2 – floarea-soarelui; 3 – grâu; 4 – sfeclă roșie; 5 – busuioc; 6 – in; 7 – mazăre; 8 – fasole; 9 – porumb

Calitatea substratului utilizat pentru creșterea microplantelor este foarte importantă. Solul calitativ ar trebui să fie afânat, să permită o bună circulație a aerului și a apei, și să aibă o aciditate neutră. Acest aspect este esențial pentru hrănirea și respirația sistemului radicular al microplantelor. Solul greu, compact și acid poate afecta negativ creșterea plantulelor, deoarece nu oferă condiții favorabile pentru dezvoltarea lor. De asemenea, există riscul apariției unor boli grave, cum ar fi putregaiul rădăcinii și/sau bazal.

Un alt motiv ar putea fi plantarea unui număr prea mare de semințe, din incertitudinea că unele dintre ele n-ar putea germina. În rezultat, când plantulele răsar, devin prea aglomerate în containere, ceea ce duce la subțierea și slăbirea lor, din cauza lipsei de lumină solară și de nutrienți.

Temperatura reprezintă un alt factor important în procesul de cultivare a microplantelor. Pentru semințele germinate, temperatura optimă a camerei recomandată de specialiști este de obicei de +22-+24°C. Dar de îndată ce apar plantulele este recomandat de a coborî temperatura, de altfel, ele se vor etiola (întinde). Plantulele au nevoie de temperaturi diferite, în funcție de tipul lor. Pentru varză e suficientă temperatura de +8-+10°C, pentru roșii – +16-+18°C, iar pentru ardei, castraveți, vinete este indicată temperatura de +18-+20°C.

Lumina este un parametru substanțial care influențează foarte mult producția de microplante. Ea este direct implicată în producția plantulelor și compoziția nutrițională, iar variațiile sale pot afecta calitatea lor la un nivel mai mare. Din cauza luminii slabe, fotosinteza plantelor se desfășoară lent, iar în final plantulele devin slabe și mici. Se recomandă asigurarea lor cu lumină naturală, cel puțin 12-13 ore pe zi.

Aceste plante imature sunt recoltate între 7-21 de zile (în funcție de soi). Pot fi recoltate deja când pe tulpini apar primele frunze adevărate. Acestea pot fi consumate alături de diverse preparate alimentare și în diferite combinații, datorită gustului, mirosului și, desigur, proprietăților lor. Sunt apreciate pentru nutrienții lor dar și pentru, aromele concentrate, textura imaculată și fragedă, precum și pentru culorile lor vibrante [2, 11].

În concluzie, microplantele sunt caracterizate prin concentrații mai ridicate de vitamine și antioxidanți comparativ cu legumele tradiționale de grădină. Ele sunt considerate opțiuni nutritive și sănătoase. Micro- și macroelementele sunt esențiale pentru a conferi un stil de viață sănătos, care ajută la procesele metabolice, la producerea de energie și la combaterea unor boli. Microplantele reprezintă o sursă majoră de micro- și macronutrienți importanți, cu o diferență semnificativă în compoziția generală a conținutului de nutrienți între diferite specii de plante. În același timp, valoarea lor calorică rămâne redusă, similară cu cea a legumelor obișnuite, de aproximativ 29 kcal la 100 g de masă proaspătă. Acest lucru, nu sugerează excluderea legumelor tradiționale, ci mai degrabă încurajează îmbogățirea dietei cu microplante pentru a adăuga mai multe vitamine

și antioxidanți. În plus, ele pot fi cultivate pe tot parcursul anului, asigurând o sursă constantă de nutrienți, chiar și în sezoanele reci.

Studiile descrise în lucrare au fost prezentate și apreciate la diverse evenimente științifice (fig. 2):

- *Salonul Internațional de Inventică și Antreprenoriat Inovativ*, din 12-13 octombrie, 2023, organizat de Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău (UPSC) și AO Inovație în Educație de Performanță (medalie de aur);



Figura 2. Secvențe de la Salonul Internațional de Inventică și Antreprenoriat Inovativ, 12-13 octombrie, 2023, organizat de UPSC

- *MOLD SEF 2024 (diplomă de participare);*
- Cocursul proiectelor de cercetare științifică din cadrul Conferinței științifico-practice internaționale „Instruire prin cercetare pentru o societate prosperă. Ediția a XI-a. 16-17 martie 2024 (medalie de bronz).

Concluzii

1. Prin intermediul experimentului, elevii au cultivat microplante de morcov, floarea-soarelui, grâu, sfeclă roșie, busuioc, in, mazăre, fasole și porumb, atât în laborator, cât și în mediul casnic, implicându-se activ în acest proces.
2. Microplantele reprezintă o sursă valoroasă de micro- și macronutrienți importanți, cu o diferență semnificativă în compoziția generală a conținutului de nutrienți între diferite specii de plante.

3. Microplantele pot fi cultivate pe tot parcursul anului, asigurând o sursă constantă, bogată de nutrienți pentru dieta adolescenților, chiar și în sezoanele reci.
4. Studiul realizat a sporit interesul elevilor pentru activitățile experimentale, fapt care se reflectă pozitiv asupra dezvoltării competenței de cercetare și indirect – asupra competenței antreprenoriale.

BIBLIOGRAFIE

1. ALEXANDRU, I. Interdisciplinaritatea. Noua paradigmă în cercetarea și reformarea administrației publice. Cluj-Napoca: U.T.P., 2010. 220 p. ISBN 978-973-27-1939-8.
2. BOTGROS, I., FRANTUZAN, L. Competența profesională a cadrului didactic – condiție decisivă în implementarea curriculumului școlar. În: *Univers Pedagogic*, 2010, Nr. 4, pp. 38-44. ISSN: 1811-547.
3. BHASWANT, M; SHANMUGAM, D.K.; MIYAZAWA, T.; ABE, C.; MIYAZAWA, T. Microgreens – A Comprehensive Review of Bioactive Molecules and Health Benefits. In: *Molecules*, 2023, 28 (2), p. 867. doi: 10.3390/molecules28020867
4. BÎRNAZ, N. (coordonator). *Curriculum. Biologie*, 2019, 33 p.
5. CIOLAN, L. *Învățarea integrată. Fundamente pentru un curriculum transdisciplinar*. Iași: Polirom, 2008. 277 p. ISBN: 973-46-1034-1
6. CUCOȘ, C. *Pedagogie*. Ediția a III-a revăzută și adăugită. Iași: Editura Polirom, 2014. 536 p. ISBN 978-973-46-4041-6.
7. COROPCEANU, E. Impact of Training Through Research on the Evolution of Contemporary Teaching Technology. In: *Profesional Education: Methodology, Theory and Technologies*. 2019, vol. 9, pp. 9-22. ISSN 2415-3729.
8. CUTASEVICI, A.; CRUDU, V.; GORAȘ, M.; grupul de lucru: BÎRNAZ, N.; ARHIP, S.; BURUIAN, E.; PLACINTA, D: Aria curriculară matematică și științe. *GHID de implementare a curriculumului la biologie: clasele X-XII*, Ch. 2019, 67 p.
9. Dicționarul explicativ al limbii române. (2016). Ed. a III-a. București: Univers Enciclopedic Gold. 1376 p. ISBN 978-606-704-161-36.
10. LOZINSCHI, I., COROPCEANU, E. Impactul abordării inter- și transdisciplinare a conținuturilor la biologie și chimie asupra formării competenței antreprenoriale și spiritului de inițiativă la elevi. In: *Acta et commentationes. Științe ale Educației*. 2022, nr. 2, pp. 7-21. ISSN 1857-0623.
11. MIR, S.A.; SHAH, M.A.; MIR, M.M. Microgreens: Production, shelf life, and bioactive components. In: *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 2017, 57 (12), pp. 2730-2736. doi: 10.1080/10408398.2016.1144557
12. VIERIU, D. Interdisciplinaritatea științei administrației și a cercetării științifice a administrației. În: *Administrarea publică*, 2007, nr. 3, pp. 25-28. ISSN: 2587-330X6.

IMPLEMENTARE ECOSISTEMULUI EDUCAȚIONAL *SMARTLAB* LA DISCIPLINA *RELIGIA* ÎN CLASA A V-A

Vasile MANICĂ, profesor de Religie

<https://orcid.org/0009-0000-8973-8236>

Instituția Publică Liceul Teoretic „Hyperion”

Consilier domeniul Învățământ, Mitropolia Basarabiei

Rezumat. Legătura dintre tehnologie, metoda proiectului și conceptul de smartLab reprezintă o interdependență complexă, fundamentată pe principiile educației moderne, care urmăresc formarea integrală a competențelor teoretice și practice prin integrarea tehnologiilor avansate. SmartLab-ul, în acest sens, constituie un exemplu edificator, fiind un spațiu de învățare dotat cu tehnologii de ultimă generație, precum realitatea virtuală care permit elevilor să experimenteze fenomene în timp real, să simuleze procese complexe. Într-un cadru spiritual, această formă de educație este o chemare la dezvoltarea competențelor digitale și cele specifice, îmbinând știința cu valorile morale creștine, spre a dobândi înțelepciunea necesară pentru a însuși și mai ușor învățătura de credință.

Cuvinte cheie: Tehnologie, SmartLab, valori.

Abstract. The connection between technology, the project method, and the smartLab concept represents a complex interdependence grounded in modern education principles, aimed at the comprehensive development of both theoretical and practical competencies through the integration of advanced technologies. In this context, the smartLab serves as an illustrative example, being a learning space equipped with state-of-the-art technologies, such as virtual reality, which allows students to experience phenomena in real-time and simulate complex processes. Within a spiritual framework, this form of education is a call to develop digital and specific competencies, combining science with Christian moral values to acquire the wisdom necessary for easier assimilation of faith teachings.

Keywords: Technology, smartLab, values.

În prezent, se acordă o importanță tot mai mare procesului de digitalizare, care influențează majoritatea domeniilor de activitate, inclusiv prin digitalizarea documentelor și a informațiilor. Sistemul educațional nu este străin acestei transformări, integrând progresiv tehnologii digitale în procesele de predare, evaluare și management educațional. Ministerul Educației și Cercetării a stabilit obiective fundamentale pentru modernizarea și transformarea sistemului educațional prin implementarea *Strategiei de Dezvoltare „Educația 2030”*,¹ care vizează creșterea calității educației, promovarea inovației. Această

¹ Se constată o problemă în abordările curriculumului din perspectivă procesuală: nivel insuficient al proiectării didactice, aplicare sporadică a tehnologiilor didactice active/ interactive/ productive; contexte de învățare puțin racordate la nevoile celor ce învață.

Din cauza accesului deficitar la internet, a mijloacelor financiare insuficiente, alocate pentru informatizarea sectorului educației și utilizarea uneori improprie a acestora, disponibilitatea mijloacelor TIC în instituțiile de învățământ rămâne a fi redusă. Se atestă lipsa unui management funcțional în procesul de digitalizare a educației: procurarea de echipamente digitale, fără ca acestea să includă softuri corespunzătoare, inclusiv cele de sistem; utilizarea softurilor nelicențiate; practică redusă de abonare la softurile de sistem, la cele de aplicații generale, dar și la softurile educaționale elaborate de companii și edituri specializate.

tendință de digitalizare reflectă necesitatea adaptării educației la noile realități tehnologice și sociale, contribuind la dezvoltarea competențelor digitale, ale elevilor² cât și a cadrelor didactice.³

Digitalizarea și metoda bazată pe proiect sunt interconectate într-un mod profund, ambele facilitând un mediu educațional dinamic și centrat pe elev. Tehnologiile digitale oferă acces la resurse variate, colaborare la distanță și un mediu interactiv de învățare, care sprijină metodologia proiectelor prin crearea de contexte reale, personalizate și relevante. Utilizarea instrumentelor digitale permite elevilor să cerceteze, să colecteze și să analizeze date, să colaboreze eficient în echipe offline și online, să prezinte rezultatele într-o manieră inovatoare, sporind astfel implicarea activă și dezvoltarea competențelor pentru secolul XXI. Digitalizarea amplifică potențialul metodei bazate pe proiect, creând oportunități de învățare colaborativă și de transformare socială, adaptate cerințelor societății contemporane.

Metoda proiectelor reprezintă instrumentul pedagogic ce facilitează procesul de învățare autentică, integrând elevii în situații educaționale aplicate, ancorate în realitatea cotidiană. Aceasta promovează angajamentul activ al individului, dezvoltarea solidarității și cooperării în cadrul grupului, precum și stimularea participării în inițiative de transformare socială la nivel comunitar.

În cadrul forumurilor, conferințelor pedagogice, reuniunilor metodice o atenție sporită se acordă proiectelor STEM, STEAM, STREAM, care oferă copiilor posibilitatea de a dezvolta competențe transversale, integrând cunoștințele științifice, tehnologice, ingineresti, artistice și matematice într-un cadru interdisciplinar. Aceste proiecte stimulează gândirea critică și creativă, rezolvarea de probleme complexe și colaborarea în echipe, toate încurajând o abordare inovatoare a învățării. Prin explorarea acestor domenii integrate, copiii își pot dezvolta abilități esențiale pentru viitor, cum ar fi adaptabilitatea, gândirea sistemică și capacitatea de a aplica cunoștințele teoretice în situații reale. În plus, aceste proiecte încurajează implicarea activă în procesele de inovare și transformare digitală, pregătindu-i pentru provocările societății moderne și pentru o carieră într-o economie bazată pe cunoaștere.

Deși majoritatea proiectelor STEM, STEAM și STREAM sunt tradițional implementate în cadrul disciplinelor din aria științelor reale, în această cercetare voi demonstra că aceste abordări educaționale inovative pot fi integrate cu succes și în cadrul

² <https://diez.md/2024/08/30/un-nou-examen-pentru-elevii-din-clasa-a-ix-a-si-a-xii-a-acesta-va-fi-optional/>, disponibil 01.10.2024, https://www.facebook.com/watch/live/?ref=watch_permalink&v=498346112802665 disponibil 01.10.2024


³ A se vedea ordinul nr.1110 din 04.09.2023 cu privire la aprobarea cadrului de competențe digitale al cadrului didactic din educați: <https://drive.google.com/file/d/1cZMrCOK5Ur9wGzz3IpWHQVB-BPMnMVHj/view?usp=sharing>

disciplinei *Religia*, prin utilizarea tehnologiilor specifice SmartLab-ului,⁴ având în vedere și obiectivele instituției în care îmi desfășor activitatea, tema de cercetare propusă este centrată pe valorificarea tehnologiilor informaționale și de comunicare (TIC) în educație, prin diversificarea mijloacelor și resurselor digitale.⁵

Această extindere metodologică nu doar că îmbogățește conținutul educațional religios, dar permite și dezvoltarea unor competențe transversale esențiale, cum ar fi gândirea critică, creativitatea, colaborarea și rezolvarea problemelor. Prin intermediul SmartLab-ului⁶, se crează activități de învățare interactive, care să îmbine aspectele religioase cu tehnologia și creativitatea.

SmartLab-ul facilitează abordările educaționale interdisciplinare în cadrul disciplinei *Religia*, oferind elevilor un mediu în care pot experimenta, crea și inova. Aceste laboratoare promovează învățarea activă, colaborarea și dezvoltarea competențelor digitale cu cele specifice disciplinei *Religia*. În contextul implementării unui proiect STEM/STEAM în cadrul laboratorului SmartLab, rolul profesorului este esențial în ghidarea și coordonarea activităților educaționale, uneori profesorul îndeplinește sarcini mai complexe, care necesită cunoștințe avansate și expertiză pedagogică, în timp ce elevii sunt implicați în sarcini mai accesibile, adecvate nivelului lor de dezvoltare cognitivă. Această distribuție a responsabilităților contribuie la crearea unui mediu de învățare colaborativ și eficient, în care elevii sunt susținuți să își dezvolte competențele tehnice și abilitățile de gândire critică, sub îndrumarea directă a cadrelor didactice.



În tabelul de mai jos sunt prezentate conceptele de proiecte STEAM integrate în unitățile de conținut din cadrul curriculumului pentru disciplina *Religie*, clasa a V-a.







Nr.	Subiectul	Scanează pentru conceptul proiectului
1.	Dumnezeu Se descoperă omului. Revelația naturală și supranaturală.	

⁴ SmartLab este un concept educațional inovator care integrează tehnologia avansată într-un mediu de învățare interactiv și colaborativ. Acesta este un laborator educațional inteligent, echipat cu echipamente și resurse digitale moderne, precum calculatoare, tablă interactivă, imprimante 3D, roboți educaționali, echipamente de realitate virtuală (VR) și pixuri 3D.

⁵ Valorificarea TIC în educație prin diversificarea mijloacelor și resurselor digitale de învățare pentru susținerea calității și sustenabilității educației.

⁶ De menționat că **Instituția Publică Liceul Teoretic „Hyperion”** din orașul Durlăști este prima instituție din Republica Moldova care a utilizat un laborator un SmartLab, fiind, de asemenea, unicul laborator de acest tip existent în învățământul general din țară.

2.	Sfânta Scriptura și Sfânta Tradiție.	
3.	Crearea lumii nevăzute.	
4.	Crearea lumii văzute.	
5.	Revelația naturală și supranaturală.	
6.	Omul - chip și asemănare a lui Dumnezeu.	
7.	Dumnezeu S-a arătat în Trup.	
8.	Răsplata credinței și ascultării- pescuirea minunată.	
9.	Pilda semănătorului.	
10.	Pilda vameșului și a fariseului.	
11.	Lumea în momentul apariției creștinismului.	

12.	Începutul creștinismului.	
13.	Întemeierea Bisericii Creștine.	
14.	Răspândirea creștinismului prin predica Sf. Apostoli.	
15.	Învierea Domnului Iisus Hristos și învierea noastră.	
16.	Răspândirea creștinismului la strămoșii noștri. Sfântul Apostol Andrei.	
17.	Duminica - sărbătoare săptămânală a creștinilor.	

Concluzie

În concluzie, aplicarea proiectelor educaționale bazate pe STEM, STEAM și STREAM în cadrul disciplinei Religie contribuie semnificativ la dezvoltarea competențelor elevilor, oferindu-le un context educațional interdisciplinar și inovator. Utilizarea realității virtuale permite elevilor să exploreze teme religioase într-un mod interactiv, facilitând înțelegerea contextului spiritual prin experiențe imersive. Crearea de proiecte colaborative, precum reconstituirea obiectelor de cult sau a arhitecturilor religioase istorice cu ajutorul imprimantelor 3D, stimulează creativitatea, gândirea critică și colaborarea între colegi. În același timp, resursele digitale oferă un mediu propice pentru analiza și discutarea valorilor morale și etice dintr-o perspectivă interdisciplinară, integrând viziuni din domenii precum istoria, arta, știința și filosofia.

Aceste abordări inovatoare contribuie la formarea unei viziuni complexe și integrate asupra lumii, în care știința, tehnologia și spiritualitatea nu sunt privite ca domenii separate, ci ca părți complementare ale aceluiași proces educațional. Elevii învață să aprecieze interdependența dintre cunoașterea științifică și valorile spirituale, dezvoltând o înțelegere

profundă și echilibrată a realităților culturale și morale. Astfel, proiectele bazate pe STEM, STEAM și STREAM aplicate în cadrul disciplinei Religie contribuie la educarea elevilor nu doar în sens academic, ci și la nivel de formare personală și spirituală, promovând o viziune holistică asupra educației și a lumii. Acest demers pedagogic integrat facilitează dezvoltarea unor cetățeni capabili să gândească critic, creativ și etic, pregătiți să contribuie în mod responsabil la societatea contemporană.

Bibliografie

1. ULRICH, Cătălina. *Învățarea prin proiecte. Ghid pentru profesori*. Polirom, 2016.
2. GORAȘ-POSTICĂ, Viorica. *Teoria și metodologia proiectelor educaționale*. Chișinău: CEP USM, 2013.
3. CEBOTARU, Eugenia, BUGA, Natalia. Rolul tehnologiilor informaționale în modernizarea sistemului educațional. În: Conferința *Teoria și practica administrării publice*. Chișinău, Moldova, 19 mai 2017, pp. 528-531.
4. VASCAN, Teodora. Învățarea bazată pe proiecte - o metodă de implementare a abordării steam în educație. În: Conferința *Materialele Conferinței Republicane a Cadrelor Didactice*. Chișinău, Moldova, 26-27 februarie, 2022, p. 324-329.

PROMOVAREA TEHNOLOGIILOR SUSTENABILE ÎN MEDIUL DE AFACERI**Vladimir MIROVSKI**, lect. univ.<https://orcid.org/0000-0003-0189-7158>

Universitatea Tehnică a Moldovei

Rezumat. În acest articol se examinează tehnologiile sustenabile în mediul de afaceri ce se referă la soluții și inovații care minimizează impactul negativ asupra mediului, promovează utilizarea eficientă a resurselor și contribuie la dezvoltarea economică pe termen lung. Prin adoptarea acestor tehnologii, companiile nu doar că contribuie la protejarea mediului, dar își îmbunătățesc și imaginea, eficiența operațională și competitivitatea pe piață.

Cuvinte cheie: mediul de afaceri, tehnologii sustenabile, mediu, resurse, dezvoltare economică.

Abstract. This article examines sustainable business technologies that refer to solutions and innovations that minimize negative environmental impact, promote efficient use of resources, and contribute to long-term economic development. By adopting these technologies, companies not only contribute to protecting the environment, but also improve their image, operational efficiency and competitiveness in the market.

Keywords: business environment, sustainable technologies, environment, resources, economic development.

Introducere

În contextul provocărilor globale contemporane, cum ar fi schimbările climatice, epuizarea resurselor naturale și creșterea populației, promovarea tehnologiilor sustenabile în mediul de afaceri devine esențială. Companiile au un rol crucial în tranziția către o economie mai ecologică și mai responsabilă, având potențialul de a influența nu doar mediul înconjurător, ci și societatea și economia în ansamblu. Tehnologiile sustenabile oferă soluții inovatoare pentru optimizarea proceselor, reducerea costurilor și minimizarea impactului asupra mediului[1]. Prin adoptarea acestor tehnologii, organizațiile nu doar că contribuie la conservarea resurselor naturale, ci și își întăresc competitivitatea, îmbunătățindu-și imaginea în fața consumatorilor din ce în ce mai conștienți de importanța sustenabilității. Această articol își propune să analizeze condițiile, strategiile și instrumentele necesare pentru a încuraja integrarea tehnologiilor sustenabile în practici de afaceri, subliniind beneficiile economice și sociale ale acestora. În acest scop, este crucial să explorăm nu doar aspectele tehnice și financiare, ci și impactul cultural și educațional asupra angajaților și consumatorilor, pentru a crea un ecosistem favorabil inovației sustenabile.

Tehnologii sustenabile în mediul de afaceri

Pentru a promova tehnologii sustenabile în mediul de afaceri, este important să stabilim o serie de condiții[2]. În continuare aducem câteva sugestii:

1. **Reglementări și politici favorabile** pentru crearea unor cadre legislative care să sprijine investițiile în tehnologiile verzi, inclusiv subvenții, taxe reduse sau facilități fiscale pentru companiile care adoptă soluții sustenabile facilitând astfel tranziția la practici de afaceri ecologice.
2. **Acces la finanțare** prin oferirea de granturi, împrumuturi cu dobândă mică sau fonduri de investiții dedicate tehnologiilor sustenabile pentru a facilita tranziția, reducând barierele financiare pentru companii.
3. **Inovație și cercetare** cu investiții în cercetare și dezvoltare pentru a sprijini inovațiile în domeniul tehnologiilor ecologice. Colaborarea între universități, institute de cercetare și sectorul privat poate stimula progresul, având potențialul de a genera soluții creative și eficiente
4. **Conștientizare și educație** prin programe de formare și campanii de informare pentru a educa antreprenorii și angajații despre beneficiile tehnologiilor sustenabile și despre cum pot fi implementate în practică.
5. **Standardizare și certificare** în crearea unor standarde și sisteme de certificare pentru a asigura calitatea și eficiența tehnologiilor sustenabile, facilitând astfel încrederea consumatorilor și partenerilor de afaceri, promovând o piață mai transparentă.
6. **Parteneriate strategice** pentru încurajarea colaborărilor între companii, organizații non-guvernamentale și autorități locale pentru a dezvolta soluții integrate și sustenabile.
7. **Măsurarea impactului** prin implementarea unor mecanisme pentru a evalua și raporta impactul tehnologiilor sustenabile asupra mediului și economiei, asigurând astfel transparență și responsabilitate, îmbunătățind astfel încrederea publicului.
8. **Stimuli pentru consumatori** în scopul oferirii de stimulente pentru consumatori care aleg produse și servicii sustenabile, cum ar fi reduceri sau programe de recompensare, ce poate încuraja o schimbare de comportament, sprijinind astfel cererea pentru soluții ecologice.

Tranziția spre sustenabilitate prin implementarea acestor condiții nu doar că sprijină mediul de afaceri, ci contribuie și la construirea unei economii mai durabile și mai reziliente, capabile să facă față provocărilor viitoare.

Soluții din inteligența artificială pentru tehnologii sustenabile în mediul de afaceri

Într-o lume în care provocările legate de mediu devin din ce în ce mai presante, companiile caută soluții inovatoare pentru a-și adapta activitățile la cerințele unei economii sustenabile. Inteligența artificială (IA) se dovedește a fi un aliat valoros în acest demers, oferind un set diversificat de instrumente capabile să optimizeze procesele de afaceri și să reducă impactul asupra mediului[3]. Prin analiza datelor, automatizarea sarcinilor și implementarea de strategii predictive, IA facilitează nu doar eficiența operațională, ci și

gestionarea responsabilă a resurselor. Această abordare integrată permite companiilor să răspundă mai bine nevoilor ecologice, în timp ce își mențin competitivitatea pe piață[4]. În continuare, vom explora diversele modalități prin care soluțiile bazate pe IA pot contribui la promovarea tehnologiilor sustenabile în mediul de afaceri.

Inteligența artificială (IA) poate oferi soluții inovatoare pentru promovarea tehnologiilor sustenabile în mediul de afaceri. Iată câteva modalități prin care IA poate contribui la sustenabilitate:

- *Optimizarea eficienței energetice:* Algoritmii de IA pot analiza datele de consum energetic ale clădirilor și echipamentelor, identificând modele și oferind recomandări pentru reducerea consumului de energie. De exemplu, sistemele de management al clădirilor pot utiliza IA pentru a regla automat temperaturile și iluminatul în funcție de utilizare.
- *Gestionarea resurselor:* IA poate ajuta companiile să gestioneze mai eficient resursele, cum ar fi apă și materii prime, prin analize predictive care identifică consumul optim și minimizează risipa.
- *Logistica sustenabilă:* Algoritmii de optimizare a rutelor pot reduce emisiile de carbon prin planificarea eficientă a transportului, selectând cele mai ecologice rute și moduri de transport.
- *Analiza ciclului de viață:* Instrumentele de IA pot evalua impactul de mediu al produselor pe parcursul întregului ciclu de viață, ajutând companiile să identifice zonele de îmbunătățire și să dezvolte soluții mai ecologice.
- *Predicția cererii:* IA poate analiza tendințele pieței și comportamentul consumatorilor, ajutând companiile să prevadă cererea pentru produse sustenabile și să ajusteze producția pentru a evita supraproducția și risipa.
- *Agricultură de precizie:* În sectorul agricol, IA poate monitoriza condițiile solului, vremea și sănătatea culturilor, optimizând utilizarea resurselor precum apă și îngrășăminte și reducând impactul asupra mediului.
- *Îmbunătățirea proceselor de reciclare:* Tehnologiile de IA, cum ar fi învățarea automată și viziunea computerizată, pot îmbunătăți procesele de sortare a deșeurilor, crescând eficiența reciclării și reducând deșeurile care ajung la gropile de gunoi.
- *Automatizarea și eficientizarea producției:* Utilizarea IA în procesele de producție poate duce la automatizarea sarcinilor repetitive și la optimizarea liniilor de producție, reducând consumul de energie și materiale.
- *Monitorizarea și raportarea sustenabilității:* IA poate ajuta companiile să colecteze și să analizeze datele legate de sustenabilitate, facilitând raportarea transparentă și evaluarea progresului față de obiectivele ecologice.

Prin integrarea acestor soluții bazate pe inteligența artificială, companiile pot deveni mai eficiente, mai responsabile și mai reziliente, contribuind astfel la o economie globală mai sustenabilă.

Concluzii

Implementarea cu succes a tehnologiilor sustenabile necesită un cadru legislativ favorabil, acces la finanțare, investiții în cercetare și educație, precum și standardizare și certificare pentru a reduce impactul asupra mediului, și pentru a-și îmbunătăți competitivitatea și imaginea, îmbunătățind viabilitatea pe termen lung a companiilor.

Bibliografie

1. SCHMIDT, C., GOLEMBIEWSKI, J. The Role of Technology in Sustainability. *Journal of Business Ethics*, 2020. 162(1), pp. 1-16.
2. GEISSDOERFER, M., MORIOKA, S. N., de CARVALHO, M. M., EVANS, S. Sustainable Business Models: A Systematic Literature Review. *Journal of Cleaner Production*, 2018. 198, pp. 401-416.
3. NGUYEN, Q. K., TUAN, N. Artificial Intelligence for Sustainability: Opportunities and Challenges. *Journal of Environmental Management*, 2020. 267, 110632.
4. RAI, H., NEMA, A. Role of Artificial Intelligence in Sustainable Development: A Review. *Sustainable Cities and Society*, 2019. 48, 101558.

THE CONTRIBUTION OF TOURISM TO THE SOCIO-ECONOMIC RE-LAUNCH OF THE LOWER NISTRU RIVER BASIN

Ivan MOROZ, dr., cercetător științific superior

<https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0002-0847-0176>

Institutul de Ecologie și Geografie al Universității de Stat din Moldova

Rezumat. Turismul poate contribui semnificativ la relansarea socio-economică și consolidarea relațiilor economice și culturale dintre ambele maluri ale râului Nistru. Prin realizarea acțiunilor comune de către reprezentanții organizațiilor neguvernamentale în domeniu, asociațiilor de cultură și sportive, asociațiilor de dezvoltare locală de pe ambele maluri ale râului Nistru, prin organizarea comună a festivalurilor culturale și sportive, agricole și gastronomice, sărbătorilor tradiționale se poate contribui semnificativ la sporirea atractivității turistice, la elaborarea și implementarea unor planuri comune de acțiuni locale, la sporirea încrederii reciproce, relansarea activităților economice și a turismului, la ridicarea bunăstării populației regiunii.

Cuvinte-cheie: turism, relansare socio-economică, Nistru Inferior.

Abstract. Tourism can significantly contribute to socio-economic recovery and the strengthening of economic and cultural relations between both banks of the Dniester River. By carrying out joint actions by representatives of non-governmental organizations in the field, cultural and sports associations, local development associations on both banks of the Dniester River, by jointly organizing cultural and sports, agricultural and gastronomic festivals, traditional holidays can significantly contribute to increasing tourist attractiveness, to the development and implementation of common local action plans, to increasing mutual trust, relaunching economic activities and tourism, to raising the well-being of the region's population.

Keywords: tourism, socio-economic recovery, Lower Dniester.

Tourism can significantly contribute to the socio-economic relaunch of the lower Dniester river basin region, by increasing its attractiveness and raising the standard of living of the population. The lower Dniester river basin benefits from both natural and socio-cultural diversity. The presence of important urban centers makes possible tourist flows towards natural and rustic rural areas, and the existence of water courses, first of all the Dniester, attracts tourists for various forms of leisure [4].

Already existing, tourism on the various types of activities can be promoted and organized both at the national level and through the offers for tourists from abroad. Religious tourism has increased potential through the existence of numerous places of worship in the region, ethno-cultural tourism benefits both from the existence of traditional culture, numerous festivals and ethno-folkloric, gastronomic events, local and regional museums, as well as from the ethnic diversity of the region, with localities specific to Moldovans, Ukrainians, Russians, Bulgarians, Roma, Germans, neighborhoods of Jews, Armenians, etc. Through investment and promotion, tourism in the lower reaches of the Dniester River can contribute substantially to the socio-economic recovery at the national,

regional and local levels [3].

The harmonious development at the level of the studied region, of the basin of the lower reaches of the Dniester River, is disturbed by the existence of the authorities of the self-proclaimed "Dniester Moldavian Republic", which controls most of the territory to the left of the Dniester, known as Transnistria, as well as the municipality of Bender and some related localities, located in the right side of the Dniester river. The obstacles created prevent the free movement of people and goods, as well as the access and implementation of development programs of the Republic of Moldova, a fact that particularly affects tourism. Due to the existence of political barriers, strategies and programs for tourism development in the region cannot be fully realized, as well as the exploitation of all tourist objectives to their real capacity [5].

At the same time, precisely tourism and its associated activities are important elements of unification and consolidation at the regional level on both banks of the Dniester. Along with sports, which is one of the few elements that officially maintain the integrity of the country, through the participation of teams and athletes from Transnistria in competitions in the Republic of Moldova, tourism generates many connections motivated by the mutual interest in collaboration and regional development. It should be noted that, precisely because of the tourist interest in Transnistria, especially at the international level, the self-proclaimed separatist authorities of the "Dniester Moldavian Republic" have become more open, and the transit regime has become easier. Through tourist agencies and private economic agents on both banks of the Dniester river, tourist circuits and programs are carried out that bring a mutual advantage and contribute to the economy of the region. European Union states and international organizations were also involved in this process, which financed projects aimed at socio-economic development, including tourism on both banks of the Dniester River [6].

Direct investments in the tourism sector involve the setting up of complexes and units intended to receive tourists, leisure areas and tourist activities. The potential of the basin of the Lower Course of the Dniester River offers several perspectives, which can be exploited by diversifying offers, exploring new tourist resources and attracting a larger number of tourists. Indirectly, tourism has a significant contribution to the development of the basin of the Lower Course of the Dniester River, itself through the consumer services offered and multiplied by the presence of a significant flow of visitors.

Regions where there is developed and stable tourism, with increasing numbers of visitors, benefit, in total, from new investments and the creation of jobs for the local population. At the regional level, sustainable development due to tourism stimulates the growth of the service sector and, in particular, of those related to tourism: transport, commercial establishments, food establishments, crafts, infrastructure maintenance, etc. By ensuring a constant flow of tourists, even if fragmented over seasonal or weekend

intervals, complimentary income can be ensured both for the the basin of the Lower Course of the Dniester River population and for the economy of the region as a whole.

The existing infrastructure created and maintained by the state is a component of tourist circuits, and by increasing tourist flows and activities, it can benefit from complementary sources of taxes and fees, to supplement local and regional budgets [1].

The authorities of the Republic of Moldova, through the relevant institutions, facilitate the approach through tourism. In May 2023, the members of the Government of the Republic of Moldova approved the State Reintegration Activities Program for the current year. In accordance with the priorities declared at the stage of the launch of the project competition, compared to the year 2022, when only two projects were implemented, in the year 2023, 7 projects for the development of recreational areas were implemented in the perimeter of the Security Zone [7].

In recent years, some programs and trainings have been organized with the support of the European Union to strengthen the dialogue, the development of small entrepreneurs on both banks of the Dniester River [2].

Even in the context of the current complicated geopolitical situation, of the war in Ukraine, there are some new premises for the reintegration of the society of the Republic of Moldova through tourism. By the total blocking of access routes between the eastern districts of the Republic of Moldova and Ukraine, the impossibility of traveling to destinations in the east, particularly from Ukraine, the Russian Federation and Belarus, led to a significant flow of tourists from the eastern districts of the Republic of Moldova to tourist destinations on the right bank of the Dniester, increasing the number of visitors, especially to the sights in the lower reaches of the Dniester River.

The investments made in the development of tourist objectives in both parts of the country lead to the creation of new destinations that become popular both nationally and internationally. By developing an appropriate strategy, carrying out a dialogue at all levels, by collaborating at the regional and local level in the common interest of developing and promoting tourism, substantial progress can be made in the reintegration of society, increasing mutual trust and raising regional well-being, which are the main objective factors that can lead to the restoration of the integrity of the Republic of Moldova.

The results of the research presented in this article were obtained within the framework of the 1st stage (2024) of the Institutional Project "Increasing ecological security and resilience of geo-ecosystems to current environmental changes".

Bibliography

1. Legea nr. 352 din 24.11.2006 cu privire la organizarea și desfășurarea activității turistice în Republica Moldova. În: *Monitorul Oficial* nr. 14-17 art. 40 din 02.02.2007.

2. MIRON, V. *Analiza diagnostic a sectorului turistic din Republica Moldova pentru anii 2003-2010*. Asociația de Dezvoltare a Turismului în Moldova. Chișinău, 2011. 138 p.
3. MOROZ, I. Turismul, o pârgie spre dezvoltare durabilă pentru cursul inferior al bazinului râului Nistru. În: *Materialele Conferinței Științifice cu participare internațională „Biodiversitatea în contextul schimbărilor climatice”*, Ediția a III-a, 22 noiembrie 2019, USDC, Chișinău. pp. 434-437. ISBN 978-9975-108-85-0.
4. MOROZ, I. Patrimoniul istorico-cultural în dezvoltarea turismului din Bazinul Cursului Inferior al Râului Nistru. În: *Materialele Conferinței științifice internaționale „Latinitate, Romanitate, Românităte”* ediția a IV-a. Chișinău: Tipografia „Foxtrot” SRL, 2021. pp. 275-286. ISBN 978-9975-89-226-1.
5. PLATON, N. Impactul statului asupra dezvoltării politicii de turism. În: *Strategii și modalități de intensificare a colaborării dintre Moldova și România în condițiile extinderii Uniunii Europene spre Est*, simpozion științific internațional, din 28-29 septembrie 2000, Volumul II. Chișinău: ASEM, 2000. pp. 260-262.
6. PLATON, N. *Strategii durabile de management în dezvoltarea turismului intern și receptor din Republica Moldova*: tz. de doct. hab. în economie. Chișinău, 2019. 288 p.
7. Programul Național de Dezvoltare a Turismului „Turism 2026”. Document de planificare strategică în turism menționat expres în Planul de acțiuni al Guvernului pentru anii 2021-2022, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 235/2021. (Preprint. Ministerul Culturii).

TEHNOLOGIILE INFORMAȚIONALE ȘI COMUNICAȚIONALE (TIC), ELEMENTE INTER ȘI TRANSDISCIPLINARE ÎN PREDAREA BIOLOGIEI

Daniela PLACINTA, drd. grad didactic superior, catedra Biologie vegetală

<https://orcid.org/0000-0003-3441-8459>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău

Rezumat. Pentru a educa generații competitive în era digital, este necesar de a adopta strategii de eficientizare a învățământului digital. Procesul de a planifica o activitate de învățare asistată de instrumentele TIC, se datorează competențelor profesionale ale cadrelor didactice. Inițierea unui demers educațional depinde de aptitudinile specialiștilor pe discipline școlare, care-și modelează propriul stil de predare. Stilul de predare în prezența instrumentelor TIC, este acceptat de cei ce învață, în cazul când această particularitate didactică răspunde la nevoile individuale ale celor ce învață și, totodată, susține un mediu educațional motivant procesului de învățare.

Cuvinte cheie: interdisciplinaritate, transdisciplinaritate, predare, biologie.

Abstract. To educate competitive generations in the digital age, it is necessary to adopt strategies to make digital education more efficient. The process of planning a learning activity assisted by ICT tools is due to the professional skills of the teaching staff. The initiation of an educational approach depends on the skills of school subject specialists, who shape their own teaching style. The teaching style in the presence of ICT tools is accepted by those who learn, if this didactic feature responds to the individual needs of those who learn and, at the same time, supports an educational environment that motivates the learning process.

Keywords: interdisciplinarity, transdisciplinarity, teaching, biology.

Introducere

Instrumentele TIC în procesul didactic actual reprezintă un factor dominant de adaptare a strategiilor sistemului educațional. Conjunctură dintre condițiile necesare unui proces de învățământ modern și interactiv se evidențiază în etapele demersului didactic. Astfel, prezența acestor resurse prefigurează caracterul interdisciplinar, iar în unele situații, și caracterul transdisciplinar al învățării.

Competența digitală, creativitatea, experiența profesională a persoanelor responsabile de formarea rezultatelor învățării, deduc și demonstrează posibilități de realizarea a produselor învățării autentice, care răspund la necesitățile particulare ale celor ce învață. Etapa de predare a procesului de învățământ la biologie, din perspectiva abordării interdisciplinare, se axează pe viziunea holistică asupra domeniilor științei Biologia, pe când abordarea transdisciplinară integrează domeniile științifice și non-științifice într-un plan comun de intersecție a procesului educațional [1, 2, 3].

Metode și materiale aplicate

Pentru a determina posibilitățile predării biologiei prin aplicarea instrumentelor TIC a fost analizată literatura pedagogică de specialitate, care a evidențiat particularitățile acestei etape în demersul didactic. Situațiile problematizate au exteriorizat posibilitățile de integrare a componentei software și hardware în actul predării, iar specificul acestor

circumstanțe sunt aplicate în cadrul conținuturilor tematice ale activităților de învățare formale și non-formale. În acest context, predarea susținută de instrumentele TIC este relevantă abordării între și transdisciplinare a procesului de învățământ .

Rezultate obținute

Predarea ca parte a sistemului de învățământ, cuprinde anumite acțiuni ale cadrului didactic ce constau în transmiterea cunoștințelor unui anumit grup de persoane, prin diverse forme de organizare a învățării.

Cercetătorul Ioan Cerghit este de părerea că predarea prezintă „un ansamblu complex de acțiuni și comportamente didactice specifice, destinate producerii învățării...”

Generația digitală asimilează informația și stimulii digitali într-un mod rapid, printr-o manieră comodă cu ajutorul dispozitivelor digitale, platforme electronice, computere, rețele de socializare, telefoane mobile etc.

Semnificația predării în era digitală la disciplina Biologie, se caracterizează prin:

- Informarea sistematică a elevilor cu ajutorul instrumentelor TIC despre lucruri noi, specifice disciplinei Biologie;
- Oferirea unor experiențe cognitive, acționale și afective la disciplina Biologie, în formarea anumitor valori conexe cu instrumentele TIC;
- Dirijarea învățării la disciplina Biologie prin intermediul instrumentelor TIC, unde acțiunile profesorului motivează și încurajează elevii să atingă obiectivele de învățare;
- Conducerea, organizarea și dirijarea învățării la biologie cu instrumentele TIC, pentru promovarea și obținerea comportamentelor așteptate;
- Alegerea celor mai eficiente strategii didactice îmbinate cu instrumentele TIC pentru predarea disciplinei Biologie.

Astfel, predarea cu tehnologiile informaționale și comunicaționale adoptă stilul didactic ca model comportamental relativ stabil în procesul învățării la disciplina Biologie.

Tipologia stilurilor didactice de predare propuse de Ioan Cerghit „un model de comportament relativ stabil ce caracterizează activitatea unui învățător sau profesor și care se obiectivează în anumite practici tipice de instruire și educație” [4], suprapuse cu tehnologiile informaționale și comunicaționale, induc comportamente adaptate la situația creată. În acest context, se identifică cele mai reprezentative stiluri de predare susținute de instrumentele TIC la disciplina Biologie:

- *Stilul de predare academic* sau discursiv îmbinat cu instrumentele TIC la biologie, transmite sau comunică informația prin diverse mijloace tehnice;
- *Stilul de predare euristic* stimulează prin intermediul tehnologiilor informaționale și comunicaționale eficiența abilității de căutare, experimentare, cercetare, descoperire a structurilor, proceselor, fenomenelor biologice etc., împreună cu cei care învață;

- *Stilul de predare rațional* se caracterizează prin construirea logică a argumentelor științifice, evaluarea sistematică a informației predate cu instrumentele TIC la disciplina biologie;
- *Stilul de predare intuitiv* și instrumentele TIC la disciplina Biologie fac conexiuni la câmpul intuitiv, imaginativ al cadrului didactic prin spontaneitate, fiind o componentă a măiestriei pedagogice;
- *Stilul de predare inovator* împreună cu instrumentele TIC la disciplina Biologie, oferă lucruri noi, inovative, creative, originale în timpul predării;
- *Stilul de predare rutinier* în prezența tehnologiilor informaționale și comunicaționale la disciplina Biologie devine rigid, dogmatic, repetitiv;
- *Stilul de predare formativ* la disciplina Biologie dezvoltă personalitatea elevilor, valorifică aspectul educativ al unui anumit conținut predat, prin aplicarea instrumentelor TIC;
- *Stilul de predare productiv* la disciplina Biologie, susținut de tehnologiile informaționale și comunicaționale, produce abordări noi, bazate pe gândirea divergentă și pe cea critică;
- *Stilul de predare reproductiv* cu instrumentele TIC la disciplina Biologie, generează aspecte ale unei predări conformiste, dogmatice sau de imitație;
- *Stilul de predare independent* prin intermediul tehnologiilor informaționale și comunicaționale la disciplina Biologie, dezvoltă spiritul de inițiativă, depășește anumite dificultăți ale predării fără solicitarea unui ajutor oarecare;
- *Stilul de predare autocontrolat* la biologie, în prezența instrumentelor TIC, devine calculat metodic pe tot parcursul procesului de predare.
- *Stilul de predare spontan* cu tehnologiile informaționale și comunicaționale la disciplina Biologie, devine impulsiv și dezorganizat care distorsionează coerența științifică a informației predate;
- *Stilul de predare motivant* la disciplina Biologie, conex cu instrumentele TIC, motivează participanții în timpul predării prin stimuli care duc la atingerea scopurilor propuse;
- *Stilul de predare nemotivat* prin instrumentele TIC la disciplina Biologie, inhibă interesul și curiozitatea față de subiectele predate etc.

Aplicațiile digitale care modelează stilurile de predare a cadrului didactic, pot contribui la caracterul individual al învățării și evaluării cunoștințelor formate. Specificul conținuturilor biologiei poate fi predat cu ajutorul unor software prezentate în Tabelul 1.

Tabelul 1. Exemple de instrumente software care pot fi aplicate în procesul didactic la disciplina Biologie

Nr.	Denumirea software-lui	Descriere
1.	BioDigital Human Link: BioDigital Interactive 3D Anatomy - Disease Platform	Software interactiv cu care se studiază structurile sistemelor de organe și procesele fiziologice din corpul uman.

2.	Labster Link: Labster Virtual Labs for Universities and High Schools	Deschide noi posibilități virtuale de explorare a unor procese biologice prin activități experimentale digitale.
3.	Khan Academy Link: Academia Khan (khanacademy.org)	Resursă educațională care oferă lecții video și exerciții interactive pe diverse subiecte de biologie.
4.	BioMan Biology Link: Bioman Biology: The Fun Place to Learn Biology!	Aplicație digitală pentru activități interactive.
5.	Google Earth Link: https://earth.google.com/web/	Ajută la explorarea 3D a ecosistemelor la nivel global.
6.	OpenStax Biology Link: https://openstax.org/details/books/biology-2e/	Aplicațiile acestei resurse educaționale ajută la studierea conținuturilor tematice din biologie.
7.	Anki Link: https://apps.ankiweb.net/	Software de flashcard-uri care poate fi folosit pentru memorarea terminologiei și conceptelor din domeniul biologie.
8.	Pl@ntNet Link: https://plantnet.org/en/	Aplicație educațională cu care se identifică diverse specii de plante.

Platformele prezentate în tabel necesită o planificare bine gândită pentru predarea conținuturilor tematice din perspectiva interdisciplinarității și transdisciplinarității. Modalitatea predării, în conformitate cu stilul de predare în prezența instrumentelor TIC, trebuie să fie compatibilă cu particularitățile de vârstă și personale ale grupului de persoane la care se aplică această acțiune, ca în cele din urmă, să se creeze un mediu productiv la însușirea noilor conținuturi [5].

Concluzii

În mediul educațional digitalizat, instrumentele TIC devin o condiție importantă în formarea personalităților capabili de fi actuali viitoarei societăți. Prin gama variată de resurse educaționale digitale se creează un mediu de învățare activ participativ, care implică după sine dezvoltarea gândirii critice și analitice, în contextul învățământului interdisciplinar și transdisciplinar. Aceste resurse sunt binevenite la ilustrarea interacțiunilor dintre conceptele biologiei cu alte domenii științifice printr-un proces personalizat al învățării. Ca urmare, are loc orientarea profesională spre domeniile științifice moderne.

Bibliografie

1. CHIȘ, V. *Didactica modernă: Teoria și practica predării*. Editura Polirom. 2005.
2. IONESCU, M., RADU, I. *Interdisciplinaritatea și transdisciplinaritatea în educație*. Editura Didactică și Pedagogică. 2016.
3. DUMITRU, I. AL. *Formarea competențelor transdisciplinare*. Ed. Univ. 2019.
4. CERGHIT, I. *Didactica generală*. Editura Polirom. 2002.
5. PLACINTA, D. Aspecte didactice în cadrul învățării on-line a elevilor la biologie. Chișinău, Republica Moldova: Tipografia Universității de Stat din Tiraspol, 2021, pp. 379-384. ISBN 978-9975-326-4.

PREMISE ANALITICE PRIVIND CONCEPTELE STEM/STEAM/STREAM**Ileana Simona ȘEREMET**, doctorandă<https://orcid.org/0000-0002-5809-5909>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău, R. Moldova

Liudmila FRANȚUZAN, Doctor, conferențiar, cercetător<https://orcid.org/0000-0003-4156-1288>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău, R. Moldova

Rezumat. Trăim într-o perioadă în care dezvoltarea tehnologiei și globalizarea aduce schimbări nu doar de ordin societal, dar și educațional. O educație de calitate este cel mai bun imperativ prin care putem aduce bunăstare tuturor cetățenilor. De aceea, modul în care abordăm educația reprezintă scopul principal al întregii societăți. Intenția acestui articol este de a prezenta o bază solidă pentru discuții și acțiuni privind educația STEM/STEAM/STREAM, punând accent pe modul în care elevii dobândesc competențe. Unul dintre elementele principale de politică educațională, se referă la libertatea de a cultiva creativitatea și curiozitatea tinerilor prin activități integrate, combinând diferite abilități. În acest sens sunt examinate succint premisele analitice ale conceptelor STEM/STEAM și STREAM și perspectivele practice de implementare la nivel internațional și național.

Cuvinte cheie: STEM, STEAM, STREAM, învățare, proces educațional.

Abstract. We live in a time when the development of technology and globalization bring changes not only of a social order, but also of an educational nature. A quality education is the best imperative by which we can bring prosperity to all citizens. Therefore, how we approach education represents the main purpose of the entire society. The intent of this article is to present a solid foundation for discussion and action regarding STEM/STEAM/STREAM education, focusing on how students acquire skills. One of the main elements of the educational policy refers to the freedom to cultivate the creativity and curiosity of young people through integrated activities, combining different skills. In this sense, the analytical premises of the STEM/STEAM and STREAM concepts and the practical perspectives of implementation at the international and national level are briefly examined.

Keywords: STEM, STEAM, STREAM, learning, educational process.

Introducere

Principalele obiective ale legii învățământului din Republica Moldova sunt conturate în legislația în vigoare precum și în Curriculumul Național la toate treptele de învățământ: preșcolar, învățământul primar, gimnazial și liceal etc. Astfel, conform acestor politici educaționale, rolul școlii este de a promova dezvoltarea integrală a tuturor copiilor, prin stimularea abilităților de comunicare în limba română, cultivarea experisivității și aptitudinilor creative, dezvoltarea simțului de inițiativă și cooperare, formarea și dezvoltarea gândirii independente, consolidarea identității personale, conștientizarea propriei sănătății și siguranțe, dezvoltarea abilităților de relaționare umană precum și participarea lor într-o societate democratică.

Codul Educației din Republica Moldova pune un accent deosebit pe pregătirea elevilor din punct de vedere fizic, intelectual și spiritual, precum și dobândirea de competențe necesare vieții, exprimate în valori. Educația, formarea și dezvoltarea de competențe constituie o prioritate națională implementate pe termen scurt și lung prin planuri de acțiune și noi reforme [30].

Un efort politic substanțial în domeniul educației se conturează odată cu propunerea de către Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova, a proiectului finanțat de Uniunea Europeană - „Conceptul Dezvoltării Curriculumului Școlar”, 2024-2027, prin care se încearcă conturarea unui Curriculum pe discipline pentru o nouă generație de elevi. Acest document de dezvoltare curriculară are drept finalitate: reconceptualizarea curriculară, formarea graduală a competențelor-cheie, generale și specifice, formarea și dezvoltarea competențelor transversale și învățarea cu caracter interdisciplinar și aplicativ. Schimbările care se vor produce la nivelul sistemului educațional presupune dezvoltarea unui întreg sistem de competențe centrate pe elev, prin aplicarea unor strategii de învățare constructivistă, cu caracter inter și transdisciplinar, inclusiv formarea competenței a învăța să înveți de la STEM, la STEAM, la puterea STREAM [6].

Axiologic, conceptul STEM (Știință, Tehnologie, Inginerie și Matematică) a început să fie promovat activ în învățământul din Republica Moldova în jurul anului 2016, ca o inițiativă susținută de către Ministerul Educației și Cercetării în colaborare cu USAID și Universitatea Tehnică din Moldova, având ca scop integrarea experiențelor de învățare active și practice. Integrarea acestui concept privind educația STEM, presupune includerea unei varietăți de resurse educaționale și web, instrumente IT, pentru a îmbunătăți experiența de învățare în cadrul orelor de matematică și fizică. Totodată, curriculumul din 2019 subliniază utilizarea proiectelor STEM/STEAM ca parte a procesului de predare, facilitând astfel o abordare creativă a demersurilor didactice la clasă.

Făcând un scurt sumar istoric, conceptele de STEM/STEAM nu existau în antichitate, dar existau multe din disciplinele care fundamentează astăzi aceste concepte. Printre pionierii antici care au pus bazele multor principii și cunoștințe esențiale pentru educația modernă STEM/STEAM, aducând contribuții semnificative în acest sens, se numără: în domeniul Științe (S) - Aristotel și Descartes; Tehnologie (T) - Arhimede și Vitruvius; Inginerie (I) - Euclid și Leonardo da Vinci, Artă (A) - Platon și Aristotel, Leonardo da Vinci oferind exemple clare de cum pot fuziona științele, artele, ingineria și matematica prin schițele și lucrările sale precursor ale abordărilor STEAM, exemplificând prin celebrele schițe *Ornitopterul (mașina zburătoare)* - biologie, inginerie și design tehnologic modern (Figura 1) [14, p.847]., *Căruța Blindată* - desen, inginerie și tehnologie (Figura 2) [14, p.299], *Automobil Autopropulsat* - fizică, ingineria mecanică și tehnologiile (Figura 3) [14, p.812], *Turnurile Fortificate* - arhitectură, inginerie și matematică (Figura 4) [14, p.408], și celebra schiță *Omul Vitruvian* - anatomie, artă și matematică, schiță realizată în jurul

anului 1490, fiind o reprezentare a proporțiilor ideale ale corpului uman, bazată pe descrierile arhitectului roman Vitruvius. Schița reflectă modul în care da Vinci a combinat arta și știința (Figura 5) [15].; Matematica (M) - Pitagora și Newton, Arhimede și Socrate prin teoria numerelor, până la Spinoza, Kant și John Dewey, influențând profund dezvoltarea ulterioară a acestor domenii.

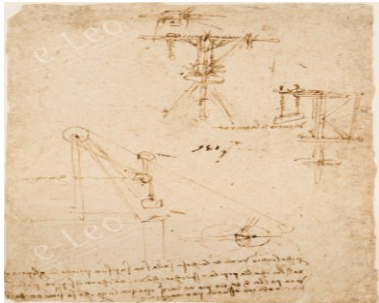


Figura 1. Ornitopterul (mașina zburătoare)

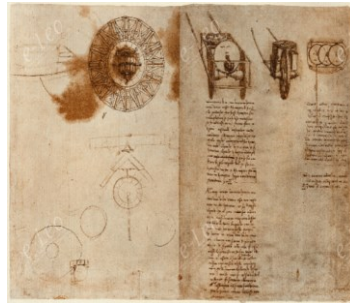


Figura 2. Căsuța Blindată

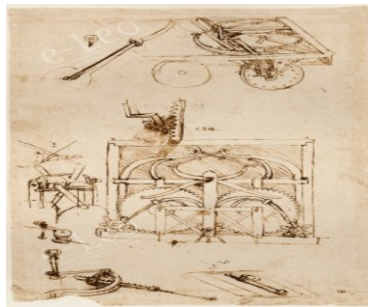


Figura 3. Automobil Autopropulsat

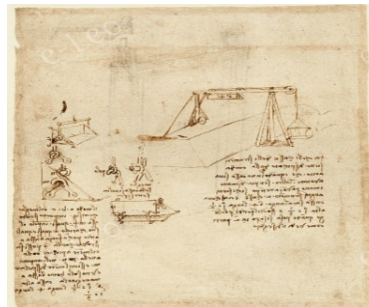


Figura 4. Turnurile fortificate

Totuși, perioada care a stimulat cel mai mult dezvoltarea științei și tehnologiei prin cercetare și integrarea conceptelor ce fundamentează educația STEM/STEAM a fost *Renașterea* (sec. XIV-XVII), urmată de perioada *Iluminismului* (sec. XVII-XVIII), care s-a evidențiat prin contribuțiile fundamentale din fizică și matematică de către Isaac Newton și René Descartes. Perioada *Revoluției industriale* (sec. XVIII-XIX), se remarcă prin explozia inovațiilor tehnologice și ingineresti, perioadă în care invențiile precum: mașina cu abur (James Watt), locomotiva cu abur (George Stephenson), telegraful (Samuel Morse) etc., au contribuit la apariția noilor industrii, transformând radical economia, societatea și stilul de viață, pregătind astfel calea pentru multe alte revoluții industriale și tehnologice ulterioare [19, p.7].



Figura 5. Omul Vitruvian

Așadar, secolul XX și perioada contemporană, este perioada în care au avut loc transformări semnificative în toate domeniile, de la cele științifice, tehnologice și ingineresti, la cele matematice și artistice, reflectate și în educație prin conceptele STEM/STEAM, marcând totodată metodele moderne de predare și cercetare interdisciplinară.

În contextul dezvoltării conceptelor STEM/STEAM printre reverențe și idei se remarcă filozoful și pedagogul american John Dewey, aducând contribuții valoroase în domeniul educației prin promovarea învățării interdisciplinare intenționat-integrative (I) - STEM, subliniind faptul că „învățarea devine mai profundă dacă conceptele sunt interdependente, organizate și semnificativ personale” [28, p. 4]. O lucrare filosofică cuprinzătoare care ne oferă o explorare uimitor de unică a ideologiilor filosofilor importanți de-a lungul veacurilor este lucrarea remarcabilă scrisă de Bertrand Russell „The History of Western Philosophy”, autor care a schimbat istoria filosofiei occidentale până la începutul secolului XX, fundamentând astfel baza educației moderne și practicii STEM/STEAM [3].

Istoria și evoluția domeniului STEM (Știință, Tehnologie, Inginerie și Matematică) pot fi urmărite încă de la începutul anilor 2000, fiind promovat și dezvoltat inițial în Statele Unite ale Americii, în urma mai multor inițiative și reforme educaționale. În anul 1983 conform raportului „A Nation at Risk” au fost evidențiate performanțe slabe în sistemul educațional american, demonstrând astfel necesitatea consolidării curriculum-urilor. Ulterior, în 2001, NSF (National Science Foundation), au promovat acronimul STEM (Știință, Tehnologie, Inginerie și Matematică), fiind introdus de către Judith Ramaley pentru a sublinia importanța integrării acestor discipline în creșterea performanțelor elevilor [31].

În 2009, în urma inițiativei Educația pentru Inovație lansată de către președintele Barack Obama, performanțele elevilor americani în matematică s-au îmbunătățit semnificativ, plasând America pe primele locuri la nivel internațional, fapt pentru care pe data de 8 noiembrie, America sărbătorește Ziua Națională a STEM/STEAM.

Boom-ul tehnologiei din anii 1990 și 2000 au adus un apel Sputnik modern - sub forma unei explozii tehnologice cu numele de STEM. *Ce este mai exact STEM?* este ideea că elevii pot studia orice prin prisma STEM, punând accentul pe tehnologie pentru a conecta și relaționa predarea cu lumea exterioară, aplicând abilități din matematică, știință și inginerie [Apud, 31].

Mișcarea STEM s-a extins rapid dincolo de granițele SUA, fiind recunoscută și de către țări precum: Regatul Unit, Australia, Canada, Germania, Japonia, China, India, Coreea de Sud, Republica Moldova și România, mișcare adaptată ca inovare tehnologică de formare și dezvoltarea a competențelor elevilor și pregătirea acestora pentru piața de muncă modernă. În Regatul Unit, Guvernul britanic susține integrarea STEM în

curriculumul școlar prin programul STEM Ambassadors, conectând elevii cu profesioniști din domeniul științe, tehnologie, inginerie și matematică, aducând experiențe din lumea reală în sala de clasă. Conform rapoartelor oficiale ale Guvernului australian, la fel se sprijină educația STEM în școli cu scopul de a stimula inovația și știința în școli [32].

Raportat la sistemul educațional European, Germania promovează un sistem de educație tehnică și acele programe care încurajează implicarea elevilor în domeniile știință și tehnologie. China și Japonia la fel integrează educația STEM în curriculele naționale, consolidând tehnologiile și punând accent major pe matematică și științe [26].

Țările precum India și Coreea de Sud, de asemenea înregistrează progrese semnificative în promovarea educației STEM, fiind integrată încă de la nivelul primar prin abordări practice și realizarea de proiecte creative. În România educația STEM a început să prindă contur din 2019 odată cu elaborarea de către Ministerul Educației „Planul de acțiuni pentru educație 2019-2030” care vizează creșterea calității învățământului public prin îmbunătățirea bunăstării comunități școlare [2].

Trecerea rapidă de la STEM, la STEAM a fost ca o extensie a conceptului STEM, prin includerea Artelor. Acest concept a fost introdus pentru prima dată în anul 2006, de către educatoarea și cercetătoarea Georgette Yakman, din SUA. Yakman, creatoarea acestui concept subliniază „învățarea să nu fie pur și simplu tehnologică și științifică, dar trebuie să fie și creativă”. Autoarea a considerat necesar dezvoltarea cadrului STEAM pentru a demonstra importanța interconexiunii disciplinelor STEM cu Arta [29]. Acest concept a fost intens explorat de către mulți autori din Republica Moldova și România, care și-au concentrat cercetările privind implementarea acestei abordări interdisciplinare în educație și a nevoii de modernizare a curriculumului școlar.

Autoarea Xanthoudaki M. la fel explorează tranziția de la STEM la STEAM subliniind că, creativitatea și artele aduc o nouă amploare educației interdisciplinare, modificând scopul inițial al STEM-ului bazat pe științe, tehnologie, inginerie și matematică [27].

Printre cercetătorii și specialiștii care s-au implicat în promovarea și cercetarea acestui concept din perspectivă științifică și analitică, se numără: Chiriac L., Gremalschi A, prin conceptul de școli STEAM [8], referențe în cadrul ariilor curriculare „Matematică și Științe” se remarcă: Achiri I. [1], Franțuzan L. [9], Coropceanu E., Cazacioc N. [7], Pavel M., Pavel D. [20], Bocancea V. Iordache M. [4], aria curriculară „Limbă și comunicare” prin Marin M. [16], aria curriculară „Educație Socioumanistică” Șeremet I.S., Cazacioc N., [24], Iliev M., prin abordarea în cadrul învățământului profesional tehnic a conceptelor STEM/STEAM [10], aria curriculară „Arte” prin integrarea Artelor în STEAM [18], și mulți alții, contribuind prin cercetări despre educația STEM/STEAM și necesitatea introducerii învățării inter și transdisciplinară prin predare creativă, în școlile din Republica Moldova.

Cercetările asupra educației STEAM sunt încă în faza analitică, prin diverse inițiative care abordează acest subiect în context educațional, care vizează implementarea de noi metodologii educaționale și inițiative de integrare a conceptelor STEM/STEAM în curriculumul școlar. Acest suflu STEAM este susținut prin diverse proiecte de către Ministerul Educației și Cercetării din Republica Moldova în colaborarea cu reprezentanți din „Misiunea Înalților Consilieri ai Uniunii Europene”, organizații internaționale precum UNICEF Moldova, sau Fundația Soros în Moldova, care includ STEAM ca parte a strategiilor de modernizare a educației, de formare și dezvoltare a competențelor elevilor. Extinderea și îmbunătățirea procesului de învățare reliefează și unele concepte mai izolate precum conceptul STREAM, extensie a STEAM, vizând integrarea nu doar a științelor, tehnologiei, ingineriei, artei și matematicii, dar și dimensiunile literar-umanistice (citire, lecturare) și cele ale spiritualității în procesul educativ, pentru a răspunde nevoilor elevilor și comunităților din care fac parte [29]. Yakman propune o abordare diferită a implementării STEAM, reprezentată piramidal pe niveluri (Figura 6).

STREAM poate avea o interpretare diferită a literei „R”, nu poate fi dictată de o singură persoană și poate fi adaptată în funcție de nevoile educaționale existente. Totuși, interpretarea literei „R” din STREAM variază în funcție de context și obiectivele educaționale ale diferitor programe sau instituții, însă fără să ofere o claritate realistă.

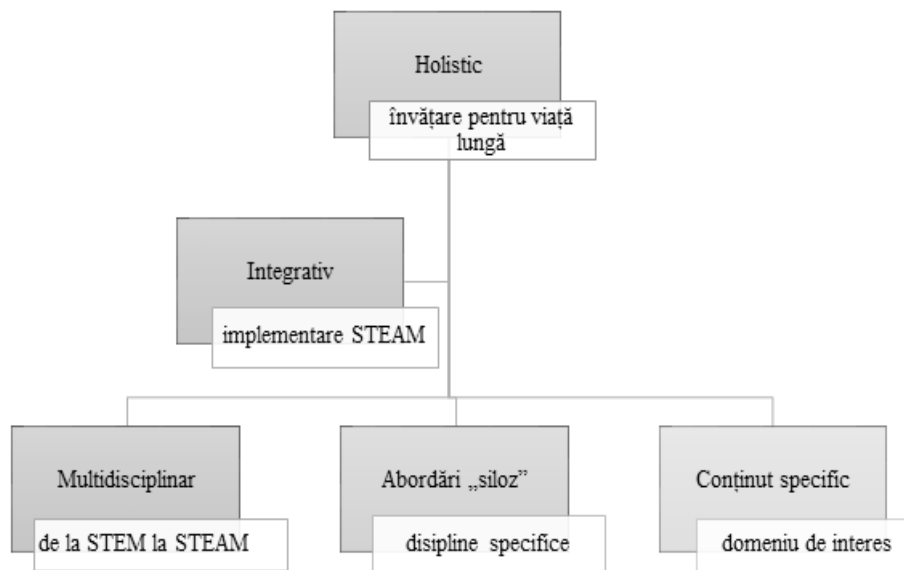


Figura 6. Model al educației integrative [29]

În unele cazuri litera „R” face referire la *religie* (Religion) sau spiritualitate, explorând conexiunea dintre învățare și spiritualitate dar și integrarea dimensiunilor etice și spirituale în educația modernă [11], [21], în alte cazuri „R” reprezintă *citirea* (Reading), lecturarea sau literatura tangente științelor umaniste, prin sublinierea importanței cititului și alfabetizării în dezvoltarea abilităților cognitive și creative ale elevilor [5], [23], în anumite programe „R” este asociat cu *robotica* componentă tehnologică deja existentă în

litera „T” prin evidențierea roboticii în STEM/STEAM [12] , altelei, „R” se referă la *cercetare* (Research) sau raționament științific și abilitățile de cercetare ale elevilor [13].

Un posibil model de interpretare, care susține acest concept este lucrarea Marin M. care evidențiază importanța alfabetizării interdisciplinare și modul în care abordările moderne ale învățării contribuie la dezvoltarea competențelor analitice în cadrul educației inter și multidisciplinare. Această abordare pune accent pe dezvoltarea competențelor transversale și implică nu doar un nou mod de abordare a conținutului, ci și un nou mod de organizare a învățării [Apud 16].

În pofida studiilor anterioare, transformarea de la educația STEM/STEAM la STREAM a dus la descoperirea că „R”- recreațional (Recreation), poate aduce beneficii funcționării cognitive și academice, astfel pentru a satisface această nevoie, cercetătorii propun un nou concept în – „STREAM” – care integrează *recreerea* în metodele de predare bazate pe STEAM. Scopul a fost de a examina dacă STREAM, sau aplicarea activității recreative într-un mediu de clasă, este o metodă eficientă de a preda conceptele STEM/STEAM. Acest studiu a fost conceput pentru a răspunde la următoarele întrebări:

- Este încorporarea *recreării* în STREAM eficientă pentru transmiterea conceptului de către elevi?
- Care sunt teme distinctive derivate din percepțiile elevilor despre STREAM?
- Ce aspecte ale activității îi ajută pe elevi să înțeleagă conceptul de bază ? [25].

Acest tip de abordare multidimensională a învățării reflectă multiplele interpretări ale literei „R” și subliniază faptul că educația STREAM poate include dimensiuni spirituale, cognitiv literare, recreative și de cercetare, oferind o perspectivă holistică asupra învățării, reprezentată de altfel în (Figura 7).

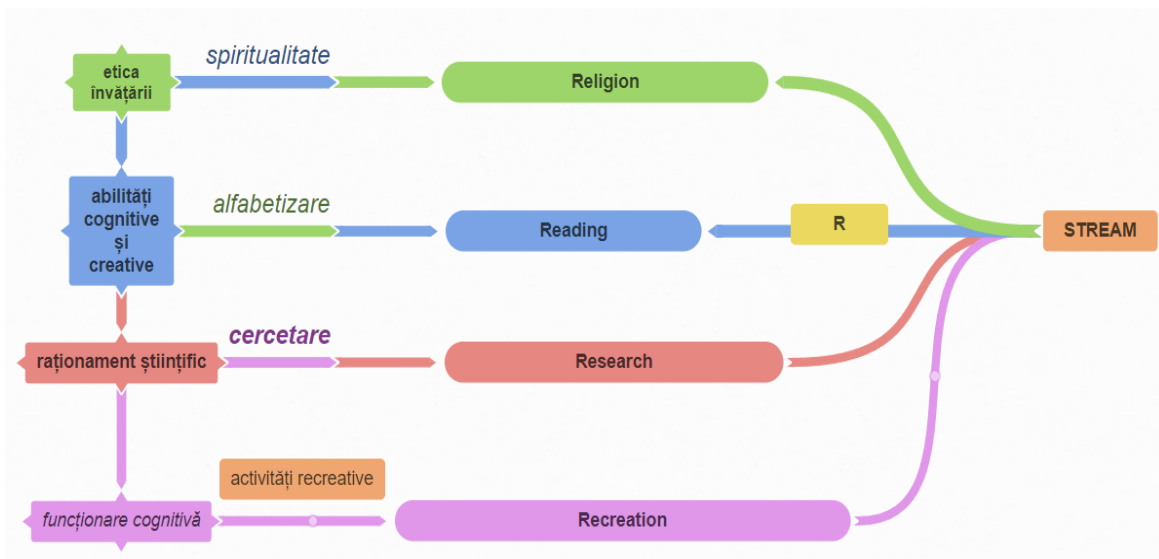


Figura 7. Posibil model al interpretării literei „R” din STREAM

Fiecare dintre aceste concepte ajută la extinderea modelului inițial al învățării STEM/STEAM, de aceea putem concludiona:

- importanța dezvoltării caracterului și eticii în educație;
- că abilitatea de a citi și a înțelege este esențială pentru învățare în toate domeniile;
- nevoia de analiză științifică, abilități cognitive avansate;
- nevoia de echilibrul între învățare și relaxare pentru o funcționare cognitivă optimă.

Predarea și învățarea prin metoda STEM/STEAM/STREAM implică o serie de abordări care pun accent pe integrarea cunoștințelor cu dezvoltarea abilităților și competențelor transversale.

Totuși sintagma „a preda și a învăța” sunt entități opozabile, cum că profesorul ar fi „dușmanul” elevului/studentului, iar unii dintre profesori își percep elevii/studentii ca fiind „dușmanii” lor. De aceea este necesară înțelegerea profundă a acestei relații - Profesorul predă, elevul/studentul învață! A fi profesor nu presupune o „rețetă” specială sau filosofică, rădăcina actului predării coincide cu cel al învățării [22].

Aceste expresii ale învățării privind conceptele STEM/STEAM/STREAM, includ multiple dimensiuni ce presupune extinderea și integrarea diverselor competențe și abilități necesare pentru educația holistică conceptuală, oferind elevilor o pregătire mai complexă și diversificată în procesul educațional.

Concluzii

Conceptele STEM/STEAM/STREAM reprezintă un pas important în abordarea holistică a cunoașterii și în dezvoltarea domeniului educației la nivel național. Abordările analitice privind STEM/STEAM/STREAM sunt argumentate prin diverse inițiative în context educațional, ce vizează implementarea de noi metodologii educaționale de integrare a conceptelor în curriculumul școlar.

Conceptele enunțate, subliniază importanța dezvoltării gândiri integrate și a abilităților multiple pentru a răspunde cerințelor societății în schimbare. Aceste concepte promovează o educație axată pe dezvoltarea competențelor transversale: rezolvarea de probleme, gândirea critică, colaborarea adaptate la nivel de curriculum, prin diverse strategii didactice pentru a pregăti elevii să devină cetățeni activi, creativi și responsabili. Implementarea cu succes a acestor inițiative ține de competența profesională a cadrului didactic care trebuie să dispună de resurse educaționale adecvate și relevante.

Bibliografie

1. ACHIRI, I. Matematica și educația STEAM: aspecte transdisciplinare. In: *Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale, (concept STEAM): Abordări inter/transdisciplinare în studierea matematicii (concept STEAM). Studiarea informaticii și tehnologiilor informaționale din perspectiva STEAM*, 29-30 octombrie 2021, Chișinău. Chișinău: Universitatea de Stat din Tiraspol, 2021, Vol.1, pp. 25-29. ISBN 978-9975-76-357-8..

2. ANDRONESCU, E. Ministrul Educației Naționale. Planul de acțiune pentru educație 2019-2030.Nr.9387/05.08.2019. <https://www.avlaicubm.tpsvision.ro/wp-content/uploads/2019/10/2019-2030-plan-actiune-educatie.pdf>
3. BERTRAND, R. The History of Western Philosophy, prima ediție publicată în 1946 Londra și republicată în 2009. ISBN: 0-415-47881-2, ISBN: 978-0-415-47881-6. https://www.google.md/books/edition/History_of_Western_Philosophy/SA_hLTf_QMC?hl=ro&gbpv=1&dq=A%20History%20of%20Western%20Philosophy%22%20de%20Bertrand%20Russell&pg=PA1&printsec=frontcover.
4. BOCANCEA, V., IORDACGE, (N), M. Învățarea transdisciplinară în baza modelului STEAM la disciplina Științe ale naturii . In: *Revista Didactica Pro...*, revistă de teorie și practică educațională, 2023, nr. 5-6(141-142), pp. 99-106. ISSN 1810-6455. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10397553>
5. CALKINS, L. *The Art of Teaching Writing*. Statele Unite ale Americii: Pearson Education Canada.Universitatea din Michigan 1994. ISBN:9780435088095, 0435088092.
6. CONCEPTUL DEZVOLTĂRII CURRICULUMULUI ȘCOLAR – proiect finanțat de Uniunea Europeană și Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova. Chișinău 2024. https://particip.gov.md/ro/download_attachment/22752
7. COROPCEANU, E., CAZACIOC, N. Conceptul educațional STEAM – manifest al transferului tehnologic în educație.. In: *Univers Pedagogic*, 2023, nr. 3(79), pp. 59-66. ISSN 1811-5470. DOI: <https://doi.org/10.52387/1811-5470.2023.3.09>
8. CHIRIAC, L., GREMALSCHI, A. *Conceptul de școli STEAM*. Conf-STEAM-UPSC-2023-p14-22. CZU: 373.091 DOI: 10.46727/c.steam-2023.p14-22.
9. FRANȚUZAN, L. Perspective de reconfigurare a procesului de învățare. *Revista de Studii Literare Române*. ISSUE NO. 28/2022. https://ibn.idsi.md/sites/default/files/j_nr_file/28-2022-Jrls-d%281%29.pdf#page=291
10. ILIEV, M. STEM, STEAM și învățământul profesional tehnic. CZU 377.091 | doi.org/10.5281/zenodo.3695327. Docendo discimus.
11. JAUHAINEN, A., ALHO-MALMELIN, M. (2004). Educația ca religie în societatea de învățare. *Jurnalul Internațional de Educație Permanentă*,23(5), 459–474. <https://doi.org/10.1080/026037042000293425>
12. KIM Y, J., CHOI, H., HAN, J., SO, H.J. *Enhancing Teachers' Integration of Robotics in STEM Education: The Development of a Robotics Professional Development Model*. *Journal of Research on Technology in Education*, 47(4), 281-290
13. KUHN, D. *A Developmental Model of Critical Thinking*. *Educational Researcher*, 1999. 28(2), 16-25.

14. LEONARDO, da Vinci. „Codex Atlanticus”- Biblioteca Ambrosiana din Milano. Arhiva digitală a istoriei tehnologiei și științei, (1.119 pagini de schițe) p. 299. Disponibil online: <https://www.leonardodigitale.com/en/browse/Codex-atlanticus/0001-r/>
15. LEONARDO, da Vinci. Studiul proporțiilor corpului uman, cunoscut sub numele de Omul Vitruvian. (Vinci 1452 - Amboise 1519). Catalog: 228. Academia din Veneția. Disponibil în galeria online:<https://www.gallerieaccademia.it/en/study-proportions-human-body-known-vitruvian-man>
16. MARIN, M. O posibilă metodologie de integrare curriculară prin activități STEM / STEAM/ STREAM în învățământul general. în: *Învățarea școlară în contextul provocărilor societale*, 23 iunie 2023, Chișinău. Chișinău: 2023, pp. 87-101. ISBN 978-9975-46-859-6.
17. McLAREN, P. Capitalism, Religion, and the Future of Education. In: *Globalisation, Societies and Education*, 2004.
18. MORARI, M. Integrarea artelor în proiecte STEAM. In: *Educația de calitate în contextul provocărilor societale*, Ed. 1, 21 octombrie 2022, Chișinău. Chișinău: CEP UPS „I.Creangă”, 2022, pp. 84-92. ISBN 978-9975-46-638-7.
19. MOKYR, J., ROBERT H.S. *The Second Industrial Revolution, 1870-1914*”. (1998) Northwestern University. Disponibil online: <https://bpb-us-e1.wpmucdn.com/sites.northwestern.edu/dist/3/1222/files/2016/06/The-Second-Industrial-Revolution-1870-1914-Aug-1998-1ubah7s.pdf>
20. PAVEL, M., PAVEL, D. Profilul cadrului didactic STEAM. În: *Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale, concept STEAM*. Studiarea informaticii și tehnologiilor informaționale din perspectiva STEAM, 29-30 octombrie 2021, Chișinău. Chișinău: Universitatea de Stat din Tiraspol, 2021, Vol.1, pp. 303-308. ISBN 978-9975-76-357-8..
21. PALMER, P. J. *The Courage to Teach: Exploring the Inner Landscape of a Teacher's Life*. (1998). Jossey-Bass. 9780470469279, 0470469277, p.224. ISBN -13:978-0-7879-9686-4 (cloth) LB1775. P25 2007.E-book: https://www.google.md/books/edition/The_Courage_to_Teach/q9cyZbv7pmsC?hl=ro&gbpv=1
22. POMPILIU, A. A preda și a învăța. *Revista LITERE. Revistă lunară de cultură a Societății Scriitorilor Târgovișteni*. Philosophiae in civitate. p.123-124. [Numarul 7_8/2023 \(280-281\) - iulie-august 2023](#).
23. SHANAHAN, T. , SHANAHAN, C. Teaching Disciplinary Literacy to Adolescents: Rethinking Content-Area Literacy. *Harvard Educational Review*, 78(1), 40-59.
24. ȘEREMET, I. S., CAZACIOC, N. Educația STEAM la hotarul interdisciplinar dintre armonie, actualitate și probleme considerate „unelte decizionale” în procesul

- educațional. CZU: 37.091.27 . DOI: 10.46727/c.v1.1-2-10-2022. pp. 55-60. Chișinău 2010.
25. YOH, T., Yoh, JUN, K., CHUNG, S., CHUNG, W. STREAM: A New Paradigm for STEM Education. *Journal of STEM Education*, Vol. 22, Issue 1, 2021. Disponibil online: <https://www.jstem.org/jstem/index.php/JSTEM/article/view/2438/2201>
 26. WOLFRANG, H., DOBERT, H., REUTER, R. Lutz, BOTHO von, K. *The Education Systems of Europe*. Second Edition. Springer Cham Heidelberg New York Dordrecht London. ISBN 978-3-319-07472-6 ISBN 978-3-319-07473-3 (eBook). ISBN 978-3-319-07474-0 (print and electronic bundle). DOI 10.1007/978-3-319-07473-3, Library of Congress Control Number: 2015940773.
 27. XANTHOUDAKI, M. From STEM to STEAM (education): A necessary change or 'the theory of whatever'? March 2017 in *Spokes* https://www.researchgate.net/publication/315893720_From_STEM_to_STEAM_education_A_necessary_change_or_%27the_theory_of_whatever%27
 28. YAKMAN, G., STEAM Educație: o privire de ansamblu asupra creării unui model de educație integrativă. Student la PhD. Curriculum & Instruire: ISTEM. Politehnica din Virginia și Universitatea de Stat. Profesor de educație tehnologică în gimnaziu Pulaski Middle School - Pulaski, VA martie 2008. https://www.researchgate.net/publication/327351326_STEAM_Education_an_overview_of_creating_a_model_of_integrative_education
 29. YAKMAN, G. STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education. <http://www.iteaconnect.org/Conference/PATT/PATT19/Yakmanfinal19.pdf>

Surse electronice

30. Legea educației Nr. 547, din 21.07.1995. Republica Moldova
31. <https://www.historytools.org/concepts/stem-education><https://resilienteducator.com/classroom-resources/evolution-of-stem-and-steam-in-the-united-states/>
32. <https://www.stem.org.uk/stem-ambassadors>

PROIECTAREA DIDACTICĂ A UNITĂȚII DE ÎNVĂȚARE LA DISCIPLINA BIOLOGIE DIN PERSPECTIVA INTER- ȘI TRANSDISCIPLINARITĂȚII

Odetta ȚIGANAȘ, doctor în biologie, profesoară de biologie

<https://orcid.org/0000-0003-4803-6398>

Instituția Publică Liceul Teoretic „Spiru Haret”

Elena GRECU, profesoară de biologie, IPÎ LCI „PROMETEU-PROTALENT”, specialist principal, la disciplina școlară Biologie și Chimie, DGETS, mun. Chișinău

Eugenia CHIRIAC, doctor în biologie, conferențiar universitar

<https://orcid.org/0000-0002-5935-0414>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”, Chișinău

Sofia GRIGORCEA, doctor în biologie, conferențiar universitar

<https://orcid.org/0000-0002-4948-6430>

șef catedră Biologie vegetală, Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”, Chișinău

Rezumat. Promovarea inter- și transdisciplinarității constituie un element definitoriu în procesul de cunoaștere și apare ca o necesitate a depășirii granițelor artificiale între diferite domenii ale științei. Acest transfer se poate realiza într-un demers didactic ergonomic, bine proiectat, bazat pe diverse metode interactive. Modelul proiectului didactic atașat în acest articol se axează pe unitatea de învățare, ca o detaliere a proiectării de lungă durată. Acest concept a fost introdus la disciplina biologie pentru a se asigura o derivare simplă a lecțiilor componente și pentru a stimula creativitatea profesorilor, dezvoltând la elevi o gândire flexibilă, aptă să răspundă rapid la diverse provocări ale vieții.

Cuvinte cheie: proiectare didactică, unitate de învățare, metode, interdisciplinaritate, transdisciplinaritate.

Abstract. The promotion of inter- and transdisciplinarity constitutes a defining element in the knowledge process and appears as a necessity of overcoming the artificial boundaries between different fields of science. This transfer can be achieved in an ergonomic, well-signed approach, based on various interactive methods. The teaching project model attached to this article focuses on the learning unit as a long-term design breakdown. This concept was introduced to the biology to ensure a simple derivation of the component lessons and to stimulate the creativity of teachers, developing in students a flexible thinking, able to respond quickly to various life challenges.

Keywords: didactic design, learning unit, methods, interdisciplinarity, transdisciplinarity.

Promovarea inter- și transdisciplinarității în învățământul actual este o necesitate impusă de schimbările și acumulările cognitive din multiplele domenii ale cunoașterii, precum și de complexitatea și diversitatea problemelor cu care se confruntă omenirea. Predarea din această perspectivă are în atenție un spectru de valori și atitudini aferente formării personalității elevului: gândire deschisă, creativă, independentă; spirit critic și autocritic; curiozitate și respect față de orice formă de viață; grijă față de propria persoană și față de ceilalți; formarea obișnuinței de a recurge la concepte, metode sau cunoștințe de matematică, fizică, biologie în abordarea unor situații cotidiene [8].

Tendința sistemului de învățământ, orientat spre formarea și dezvoltarea competențelor-cheie, este de a valorifica, tot mai mult, un nou model de predare-învățare-evaluare, în care sunt consolidate cunoștințe din diverse arii curriculare, în vederea educării unei persoane inteligente, capabile să înțeleagă lumea înconjurătoare și să răspundă imperativelor acesteia printr-o unitate a cunoașterii [7].

Structurarea pe unități de învățare la disciplina biologie ne asigură o nouă viziune asupra proiectării lecției, care nu mai este o verigă a conținutului segmentat, ci devine o componentă operațională a unității de învățare. Proiectarea didactică pe unitate de învățare constituie un ansamblu de lecții, grupate în jurul unei teme centrale și al unui set de competențe, respectiv rezultate ale învățării. Acest tip de proiectare urmărește realizarea unui demers didactic personalizat în funcție de caracteristicile de grup, dar și individuale ale elevilor clasei [2, 5].

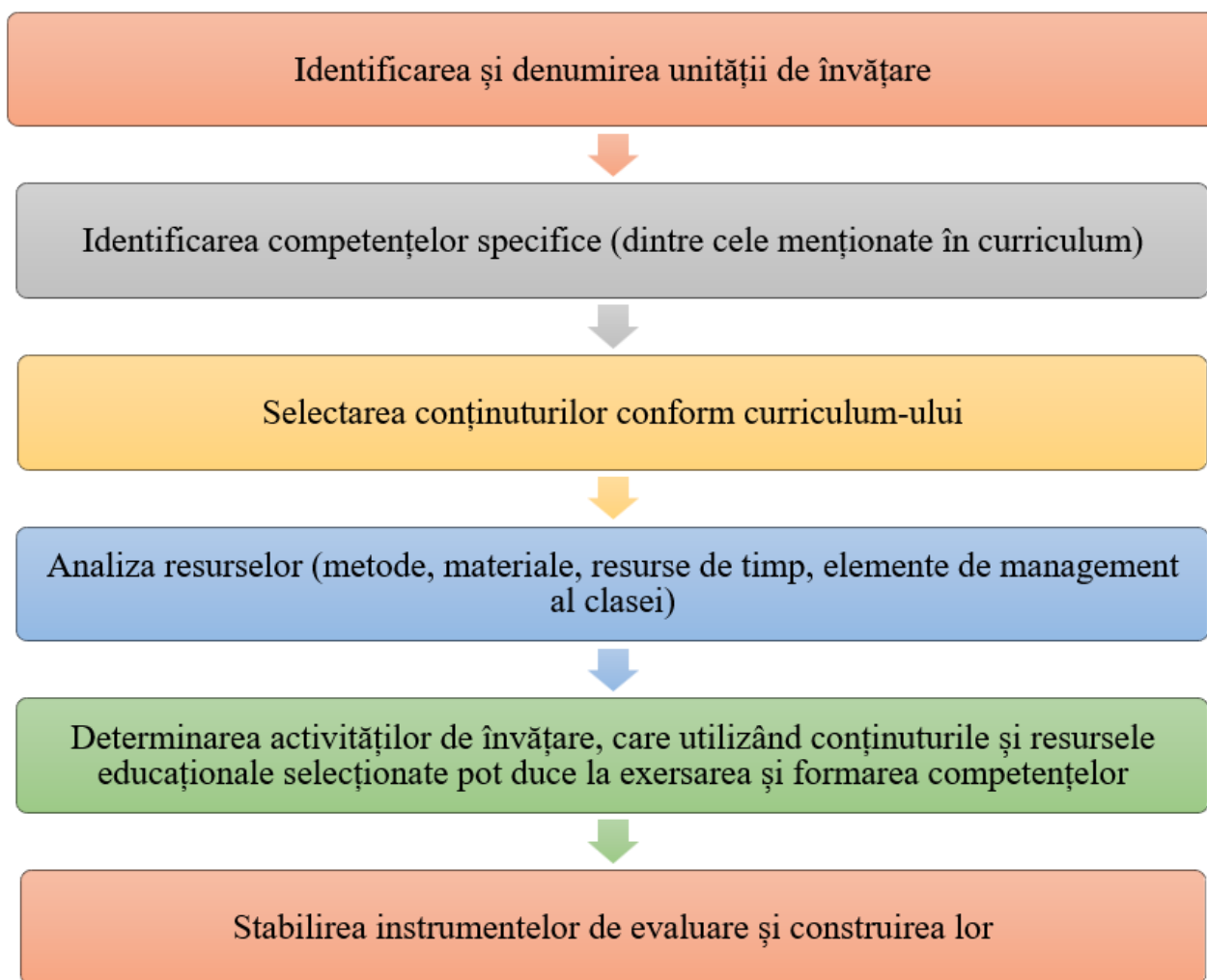


Figura 1. Etapele proiectării a unității de învățare

Pentru curriculumul de *Biologie*, unitățile de învățare au fost structurate conform funcțiilor de bază ale organismelor vii – de relație, nutriție și reproducere, care, la rândul lor, includ principiile universale ale vieții. Achizițiile – *teoretice* și *practice* – ale unității

de învățare se încadrează în etapele de formare a competenței de cunoaștere științifică, a cărei metodologie prevede parcurgerea a patru etape: *cunoștințe fundamentale, cunoștințe funcționale, cunoștințe interiorizate și cunoștințe exteriorizate* [2]. Unitatea de învățare reprezintă o structură didactică flexibilă cu următoarele caracteristici [4]:

- Prezintă o temă comună pentru toate unitățile de conținut componente;
- Vizează formarea anumitor competențe specifice la nivelul elevilor;
- Poate fi operaționalizată în lecții distincte, dar în același timp și puternic corelate;
- Permite realizarea unui demers didactic contextualizat și adaptabil;
- Este realizată pe o perioadă determinată de timp;
- Se finalizează prin evaluare.

Demersul proiectării unei unități de învățare cuprinde etapele ilustrate în figura 1.

Proiectele unităților de învățare se elaborează în mod ritmic, pe parcursul anului școlar, cu un avans de timp corespunzător, pentru a se reflecta mai bine realitatea educațională.

În Anexă este prezentat un model al proiectării pe unitate de învățare; „*Științe biologice și caracteristici generale ale organismelor vii*”, clasa a X-a, profil umanist.

Concluzii

- Proiectarea unității de învățare se axează pe realizarea unui demers didactic personalizat în funcție de caracteristicile de grup, dar și individuale ale elevilor clasei.
- Proiectarea unității de învățare reprezintă o detaliere a proiectării de lungă durată și un suport util în elaborarea proiectului de scurtă durată a lecției.
- Competențele școlare pot fi formate doar prin proiectarea unui demers de predare-învățare-evaluare optim. Acest demers poate fi realizat prin reorganizarea conținuturilor curriculare pe unități de învățare, care reprezintă, alături de teorie și paradigmă, modelul didactic de perfecționare a procesului educațional.
- Capacitatea și încrederea de a elabora și pune în practică metode de învățare și predare active, deschise și participative reflectă o deprindere profesională esențială.

Anexă. Model

PROIECTARE PE UNITATE DE ÎNVĂȚARE

Anul școlar:

Unitatea de învățământ:

Disciplina de învățământ: *Biologie*

Aria curriculară: *Matematică și științe ale naturii*

Clasa: *a X- a, profil umanist*

Nr. de ore alocate pe săptămână: *1 oră*

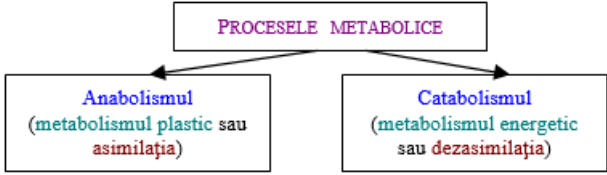
Profesor:

UNITATEA I
„ȘTIINȚE BIOLOGICE ȘI CARACTERISTICI GENERALE ALE ORGANISMELOR”

DATA	DETALIERI DE CONȚINUT	UNITĂȚI DE COMPETENȚĂ	ACTIVITĂȚI DE ÎNVĂȚARE	RESURSE MATERIALE, PROCEDURALE, DE TIMP	EVALUARE						
	1. Științe biologice. <i>Diversitatea științelor biologice.</i>	Identificarea științelor biologice. Descrierea metodelor de cercetare în biologie.	<p><i>I. Evocarea.</i> Utilizând cunoștințele din cursurile anterioare de biologie explică noțiunea <i>biologie</i>. Indică cine și când a propus spre utilizare în știință termenul <i>biologie</i>. Studiază textul manualului pag. 3 și identifică: - <i>obiectul de studiu al biologiei</i>; - <i>metodele de studiu ale biologiei</i>.</p> <p><i>II. Realizarea sensului.</i> Analizează textul manualului pag. 3-4 și identifică etapele istorice de dezvoltare a biologiei. <i>Activitate în grup</i> Gr. 1 → <i>Perioada antică și Perioada medievală</i> Gr. 2 → <i>Epoca Renașterii</i> Gr. 3 → <i>Sec. XVIII</i> Gr. 4 → <i>Sec. IX</i> Gr. 5 → <i>Sec. XX</i>. Lucrează în grup: studiază textul manualului pag. 3-4 și completează tabelul propus de profesor.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;"><i>Nr. d/o</i></th> <th style="width: 30%;"><i>Perioada</i></th> <th style="width: 60%;"><i>Cercetări/descoperiri în domeniul biologiei.</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table> <p>Fiecare grup completează tabelul și prezintă o comunicare cu privire la cercetările biologice din perioada indicată. În baza prezentărilor fiecărui grup, celelalte grupe, completează tabelul. <i>Activitate în perechi.</i> Studiază textul manualului pag. 4-5 și construiesc <i>Schema „Diversitatea științelor biologice”</i> conform</p>	<i>Nr. d/o</i>	<i>Perioada</i>	<i>Cercetări/descoperiri în domeniul biologiei.</i>				<p>Lucrul cu manualul. Conversație euristică. t-6 min.</p>	Chestionare orală.
<i>Nr. d/o</i>	<i>Perioada</i>	<i>Cercetări/descoperiri în domeniul biologiei.</i>									
				<p>Lucrul cu manualul t-2 min.</p> <p>Lucrul cu manualul. t-5 min.</p> <p>Tabelul caracteristicilor. t-8 min.</p> <p>Lucrul cu manualul. <i>Schema „Diversitatea științelor biologice”</i>. t-5 min.</p>	<p>Chestionare orală.</p> <p>Profesorul monitorizează activitatea elevilor în grup.</p> <p>Prezentarea comunicărilor.</p> <p>Aprecieri verbale.</p>						

			<p>criteriilor. Enumără științele biologice și indică ce studiază fiecare.</p>	t-5 min.				
			<p><i>III. Reflecția.</i> Studiază textul manualului pag. 6-8 și alcătuiesc un ciorchine structurat, legând prin linii toate ideile care explică rolul aplicativ al biologiei <i>în medicină, în agricultură, în tehnică, în protecția mediului</i>. Explică ideile lansate.</p>	Tehnica „Ciorchine structurat”. t-10 min.	Aprecieri verbale.			
			<p><i>IV. Tema pentru acasă</i> De studiat tema 1.1; 1.2 (pag. 3-8). <i>V. Extindere.</i> Realizarea unui proiect de grup: „Elaborarea unei machete a orașului bionic”, după algoritmul [3]: 1. Descrierea științei inter și transdisciplinare BIONICA. 2. Descrierea tehnologiei modelului arhitectonic din cadrul machetei. 3. Argumentarea avantajelor și dezavantajelor. 4. Surse bibliografice utilizate.</p>	t-4 min.				
2.Dezvoltarea științelor biologice în Republica Moldova.	Argumentarea importanței științelor biologice în dezvoltarea economiei țării.	<p><i>I. Verificarea temei pentru acasă.</i> Prezentarea proiectelor individuale cu descrierea biografică a unui biolog cu renume mondial. Respectă algoritmul propus de profesor.</p>	Informații suplimentare. Imagini. t-22 min.	Portofoliu. Comunicare.				
		<p><i>II. Realizarea sensului.</i> Analizează textul manualului pag. 9-10 și identifică institutele cu profil biologic din Republica Moldova care contribuie la dezvoltarea biologiei. Activitate în perechi: Fiecare pereche identifică ce cercetări în domeniul biologiei realizează un institut cu profil biologic în baza analizei textului manualului pag. 9-10 și completează tabelul propus de profesor.</p> <table border="1" data-bbox="763 1225 1431 1337"> <thead> <tr> <th>Nr. d/o</th> <th>Institutul</th> <th>Ce cercetări în domeniul biologiei realizează.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table> <p>Fiecare pereche completează tabelul și prezintă o comunicare ce exprimă opinia perechii și comunicări cu</p>	Nr. d/o	Institutul	Ce cercetări în domeniul biologiei realizează.			
Nr. d/o	Institutul	Ce cercetări în domeniul biologiei realizează.						

			opinii individuale. În baza prezentărilor fiecărei perechi, celelalte completează tabelul.	t-10 min.	Aprecieri verbale.
			<p><i>III. Reflecția.</i></p> <p>* Discuție: „Viitorul omenirii este în mâna biologilor.” PRO/CONTRA, [1, 4].</p> <p>* Expunerea opiniilor.</p> <p>* Dacă ai deveni savant biolog, ce domeniu ai dori să cercetezi, ce ai vrea să inventezi?</p>	Discuție dirijată. t- 5 min.	Aprecieri verbale.
			<p><i>IV. Tema pentru acasă.</i></p> <p>De studiat tema 1.3 (pag. 9-10).</p> <p><i>V. Extindere.</i></p> <p>Studiază literatura suplimentară și colectează informații despre succesele savanților biologi din Republica Moldova.</p>	t-2 min.	
	3.Metabolismul	Definirea termenului de metabolism.	<i>I. Verificarea temei pentru acasă.</i> Prezentarea informațiilor despre succesele savanților biologi din Republica Moldova.	Informații suplimentare. Imagini. t-10 min.	Portofoliu. Comunicare.
		Descrierea însușirilor generale ale organismelor.	<i>II. Evocarea.</i> Indică sursele de energie și materiale de construcție pentru organismele vii. Identifică cum organismele vii obțin substanțele și energia necesară pentru existența lor. Explică noțiunile studiate în cursurile anterioare: <i>organisme autotrofe, heterotrofe, saprotrofe.</i>	Conversație euristică. t-4 min.	Aprecieri verbale.
		Estimarea rolului metabolismului pentru organism.	<i>III. Realizarea sensului.</i> Analizează textul manualului, pag. 11 și explică noțiunea de <i>metabolism</i> . Identifică procesele metabolice. Alcătuiește și completează schema:	Lucrul cu manualul t-2 min. Lucrul cu manualul.	Chestionare orală. Aprecieri

		<div style="text-align: center;">  <pre> graph TD A[PROCESELE METABOLICE] --> B[Anabolismul (metabolismul plastic sau asimilația)] A --> C[Catabolismul (metabolismul energetic sau dezasimilația)] </pre> </div> <p><i>Activitate în grupe</i> Gr. 1 → <i>Metabolismul plastic la heterotrofi</i> Gr. 2 → <i>Metabolismul plastic la autotrofi</i> Gr. 3 → <i>Metabolismul energetic</i> Lucrează în grup: studiază textul manualului, pag. 12-14 și desenele schematice din manual pentru descrierea unui proces metabolic, în baza algoritmului propus de profesor. Răspunde la întrebările propuse. *Algoritmul: 1. Fazele în care decurge acest proces. 2. Schema. 3. Rolul acestui proces. Fiecare grup realizează un poster și prezintă o comunicare cu descrierea unui proces metabolic.</p>	<p>Schema „<i>Procesele metabolice</i>”. t-2 min.</p> <p>Lucrul cu manualul. Desenele schematice din manual. t-6 min.</p> <p>t-15 min.</p>	<p>verbale.</p> <p>Profesorul monitorizează activitatea elevilor în grup.</p> <p>Prezentarea comunicărilor.</p>
		<p><i>IV. Reflecția.</i> <i>Situație de problemă</i> Procesele metabolice de asimilație și dezasimilație trebuie să aibă un echilibru: $As = Ds$. Analizează situațiile când: $As > Ds$ și $As < Ds$. Explică ce consecințe pentru organism pot fi în aceste cazuri. Accesează linkul și realizează sarcinile propuse. https://wordwall.net/resource/38403541/metabolismul</p>	<p>Rezolvarea situației de problemă. t-4 min.</p> <p>Accesează linkul și alege răspunsurile corecte https://educatieinteractiva.md/alegere-multipla/11831</p>	<p>Aprecieri verbale.</p>
		<p><i>V. Tema pentru acasă.</i> De studiat tema 2.1 (pag. 11-14).</p>	<p>t-2 min.</p>	

<p>4. Reproducerea <i>Lucrare practică nr. 1.</i> Reproducerea asexuată/vegetativă pe exemplul unei plante angiosperme</p>	<p>Definirea termenului de reproducere.</p> <p>Descrierea însușirilor generale ale organismelor.</p> <p>Estimarea rolului reproducerii pentru organism.</p> <p>Utilizarea instrumentarului și a tehnicilor de laborator în procesul de investigație a lumii vii.</p> <p>Proiectarea acțiunilor de investigație a însușirilor generale ale organismelor.</p>	<p><i>I. Evocarea.</i> Analizează textul manualului pag. 16 și explică noțiunea de <i>reproducere</i>. Identifică tipurile de reproducere. Alcătuieste și completează schema:</p> <div style="text-align: center;"> <table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td colspan="2">TIPURI DE REPRODUCERE</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Asexuată</td> <td style="text-align: center;">Sexuată</td> </tr> </table> </div> <p>Aplicând cunoștințele studiate în cursurile anterioare explică deosebiriile dintre reproducerea asexuată și cea sexuată.</p>	TIPURI DE REPRODUCERE		Asexuată	Sexuată	<p>Lucrul cu manualul. Schema „<i>Tipurile de reproducere</i>”. t-4 min.</p> <p>Conversație euristică. t-2 min.</p>	<p>Aprecieri verbale.</p> <p>Chestionare orală.</p>		
		TIPURI DE REPRODUCERE								
		Asexuată	Sexuată							
<p><i>II. Realizarea sensului.</i> <i>Activitate în grup:</i> Gr. 1 → <i>Reproducerea asexuată</i> Gr. 2 → <i>Reproducerea sexuată</i></p> <p>Lucrează în grup: studiază textul manualului pag. 16-19 și completează tabelul propus de profesor.</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">Nr.</th> <th style="width: 30%;">Tipuri și forme de reproducere</th> <th style="width: 30%;">Particularitățile de reproducere</th> <th style="width: 35%;">Exemple de organisme cu așa tip de reproducere</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table> <p>Fiecare grup completează tabelul și prezintă o comunicare cu privire la tipurile și formele de reproducere. În baza prezentărilor fiecărui grup, celălalt grup, completează tabelul. Demonstrația imaginilor ce reflectă diferite tipuri și forme de reproducere.</p>	Nr.	Tipuri și forme de reproducere	Particularitățile de reproducere	Exemple de organisme cu așa tip de reproducere					<p>Lucrul cu manualul. t-10 min.</p> <p>Tabelul caracteristicilor. Imagini cu diferite tipuri și forme de reproducere. t-20 min.</p>	<p>Profesorul monitorizează activitatea elevilor în grup.</p> <p>Prezentarea comunicărilor. Aprecieri verbale.</p>
Nr.	Tipuri și forme de reproducere	Particularitățile de reproducere	Exemple de organisme cu așa tip de reproducere							
<p><i>III. Reflecția.</i> Argumentează importanța practică a reproducerii</p>	<p>Discuție dirijată.</p>	<p>Aprecieri</p>								

		<p>vegetative la plante. Lansează idei care exprimă importanța practică a reproducerii vegetative la plante. Argumentează ideile lansate. Acesează linkul și realizează jocul propus. https://educatieinteractiva.md/alegere-multipla/14444</p>	<p>Tehnica „Soarele de idei”. t-7 min.</p>	<p>verbale.</p>		
		<p>IV. Tema pentru acasă. De studiat tema 2.2 (pag. 16-19). V. Extindere. <i>Lucrare practică nr. 1. Reproducerea asexuată/vegetativă pe exemplul unei plante angiosperme.</i> Fiecare elev, acasă, va realiza lucrarea practică conform fișei de lucru. Rezultatele lucrării (cu concluzii și fotografii) se vor prezenta în termenii stabiliți.</p>	<p>t-2 min.</p>			
5. Creșterea și dezvoltarea	<p>Definirea termenilor: creștere și dezvoltare.</p> <p>Descrierea însușirilor generale ale organismelor.</p> <p>Estimarea rolului creșterii și dezvoltării pentru organism.</p>	<p>I. Evocarea. Analizează textul manualului pag. 20 și explică noțiunile: <i>creștere, dezvoltare</i>. Indică schimbările <i>cantitative</i> și cele <i>calitative</i> pe care le suferă un organism viu în procesul de <i>ontogeneză</i>. Identifică perioadele ontogenezei organismului.</p> <p>Completează schema.</p> <div style="text-align: center;"> <pre> graph TD A[PERIOADELE ONTOGENEZEI] --> B[Perioada embrionară] A --> C[Perioada] </pre> </div>	<p>Lucrul cu manualul. Schema „Perioadele ontogenezei”. t-6 min.</p>	<p>Aprecieri verbale.</p>		
		<p>II. Realizarea sensului. <i>Activitate în grup</i> Lucrează în grup: studiază textul manualului pag. 20-23 și desenele schematice. Înscriu câte cinci idei pe fiecare dintre cele patru cadrane.</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p style="text-align: center;"><i>Perioada embrionară de dezvoltare la plantele cu flori.</i></p> <p>1. 2.</p> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p style="text-align: center;"><i>Perioada postembrionară la plantele cu flori.</i></p> <p>1. 2.</p> </td> </tr> </table>	<p style="text-align: center;"><i>Perioada embrionară de dezvoltare la plantele cu flori.</i></p> <p>1. 2.</p>	<p style="text-align: center;"><i>Perioada postembrionară la plantele cu flori.</i></p> <p>1. 2.</p>	<p>Tehnica „Cadranele”. Lucrul cu manualul. Analiza desenelor schematice din manual. t-10 min.</p>	<p>Profesorul monitorizează activitatea elevilor în grup.</p>
<p style="text-align: center;"><i>Perioada embrionară de dezvoltare la plantele cu flori.</i></p> <p>1. 2.</p>	<p style="text-align: center;"><i>Perioada postembrionară la plantele cu flori.</i></p> <p>1. 2.</p>					

			<p>3. 4. 5.</p> <p>Perioada embrionară de dezvoltare a animalelor.</p> <p>1. 2. 3. 4. 5.</p>	<p>3. 4. 5.</p> <p>Perioada postembrionară de dezvoltare a animalelor.</p> <p>1. 2. 3. 4. 5.</p>	t-17 min.	Prezentarea comunicărilor.
			<p>Fiecare grup elaborează o comunicare, în baza ideilor înscrise pe spațiul cadranelor.</p>			
			<p><i>III. Reflecția.</i> Se propune pentru discuție afirmația: <i>„Ontogeneza repetă filogeneza”.</i> Expun opinii. Argumentează opiniile expuse. Accesează linkul și răspunde la întrebări. https://learningapps.org/13771308</p>		Discuție dirijată. t-7 min.	Aprecieri verbale.
			<p><i>IV. Tema pentru acasă.</i> De studiat tema 2.3 (pag. 20-23).</p>		t-5 min.	
	6. Sensibilitatea organismelor	<p>Definirea termenului de sensibilitate.</p> <p>Descrierea însușirilor generale ale organismelor.</p> <p>Estimarea rolului sensibilității</p>	<p><i>I. Evocarea.</i> <i>Tehnica „Hârtia de un minut”.</i> Însciu pe o foaie idei despre sensibilitate. Sistematizează ideile lansate. Argumentează ideile lansate. Analizează textul manualului pag. 24 și explică esența noțiunii <i>sensibilitate</i>.</p>	<p>t-1 min. Discuție dirijată. t-5 min.</p> <p>Lucrul cu manualul. t-2 min.</p>	Aprecieri verbale.	
			<p><i>II. Realizarea sensului.</i> <i>Activitate individuală</i> Analizează textul manualului pag. 24-26 la subiectul: <i>Excitabilitatea organismelor.</i></p>		Lucrul cu manualul: <i>Tehnica SINELG.</i>	

		pentru organism.	<p>Aplică semnele convenționale pe margine [6].</p> <p>Completează tabelul.</p> <table border="1"> <tr> <td>Știu înainte de a citi textul.</td> <td>Am aflat informații noi din text.</td> <td>Contravine informațiilor pe care le aveam.</td> <td>Nu este clar, am nevoie de documentare.</td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>+</td> <td>---</td> <td>?</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>Discuție despre presupuneri, cunoștințe anterioare și confirmări, contestări.</p>	Știu înainte de a citi textul.	Am aflat informații noi din text.	Contravine informațiilor pe care le aveam.	Nu este clar, am nevoie de documentare.	V	+	---	?					t-15 min.	
Știu înainte de a citi textul.	Am aflat informații noi din text.	Contravine informațiilor pe care le aveam.	Nu este clar, am nevoie de documentare.														
V	+	---	?														
			<p><i>III. Reflecția.</i></p> <p>Estimează consecințele pentru situațiile de mai jos și formulează concluzii despre rolul sensibilității în viața organismelor:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pentru o plantă crescută la o sursă de lumină insuficientă. 2. Pentru un animal care nu aude, nu vede, nu are miros. 	Conversația. t-10 min.	Aprecieri verbale.												
			<p><i>IV. Tema pentru acasă.</i></p> <p>De studiat Tema 2.4 (pag. 24-26). De repetat unitatea de învățare „Însușirile organismelor” (pag.11-26), pregătire pentru evaluare sumativă.</p>	Problematizare. t-10 min.	Aprecieri verbale.												
				t-2 min.													
Data	ESI 1	Competențe specifice	Unități de competență	Obiective de evaluare	Itemi												
	7. Evaluare sumativă a unității de	1. Utilizarea limbajului științific biologic	✓ Descrierea însușirilor generale ale organismelor.	- Să indice tipurile de procese metabolice, completând schema.	Itemul I												

învățare: „Științe biologice. Caracteristici generale ale organismelor” t-45 min.	în diverse contexte de comunicare referitor la structuri, procese, fenomene, legi, concepte.		- Să explice metabolismul plastic la organismele heterotrofe, în baza analizei schemei.	Itemul II
			- Să distingă formele de mișcări ale anumitor organe ale plantelor, în baza unor afirmații.	Itemul V
		✓	Argumentarea importanței științelor biologice în dezvoltarea economiei țării.	- Să descrie stadiul juvenil de dezvoltare postembrionară al fluturelui, în baza algoritmului.
		✓	- Să identifice tipurile și formele de reproducere, în baza analizei imaginilor.	Itemul IV
		✓	- Să argumenteze rolul aplicativ în agricultură al înmulțirii vegetative la plante, în baza rezolvării unei situații de problemă.	Itemul VI

Bibliografie

1. ARNIȘ, Ioana; CROCNAN, Elena. Didactica biologiei în învățământul obligatoriu. 2007, 140 p. ISBN 978-973-0-04827-8.
2. BOTGROS, Ion; SIMION, Crenguța. Unitatea de învățare - model didactic optim în procesul de predare-învățare-evaluare. In: *Didactica PRO*, 2014, Nr. 5-6 (87-88), pp. 73-77. ISSN 1810 - 6455 Disponibil: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/73_77_Unitatea%20de%20invatare%20%E2%80%93%20model%20didactic%20optim%20in%20procesul%20de%20predare.pdf
3. CHIRIAC, Eugenia. *Elemente de bionică*. Tipografia centrală, Chișinău, 2024, p. 176. ISBN 978-5-88554-325-5.
4. MARINESCU, Mariana. *Didactica biologiei. Teorie și aplicații*, Pitești: Editura Paralela 45, 2018, p. 319. ISBN 978-973-47-2696-7.
5. NEDBALIUC, Rodica; NEDBALIUC, Boris; MATROI, A. Inter- și transdisciplinaritatea în cadrul orelor de biologie, În: *Materialele Conferinței Republicane a Cadrelor Didactice: Didactica științelor exacte*, 1-2 martie 2019, Chișinău. Chișinău, Republica Moldova: Universitatea de Stat din Tiraspol, 2019, Vol. 2, pp. 177-180. ISBN 978-9975-76-268-7. Disponibil: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/Volumul_II_Didactica_Stiin%C8%9Belor_Naturii_2019-177-180.pdf
6. PÂNIȘOARĂ, Ioan-Ovidiu. Enciclopedia metodelor de învățământ. București: Polirom, 2024, 456 p. ISBN 978-973-46-9474-7.
7. STANCIU, A. Pledoarie pentru interdisciplinaritate. În: „*Revista Profesorului*” București, 2020. ISSN 2602-0068. Disponibil: <https://revistaprofesorului.ro/pledoarie-pentru-interdisciplinaritate-biologie-si-altceva/>
8. TĂTAR, Adina. Abordarea inter și transdisciplinară în aria curriculară matematică și științe. *Analele Universității „Constantin Brâncuși”*, Târgul-Jiu, 2018, pp. 149-155. Disponibil: <https://alss.utgjiu.ro/?mdocs-file=1373>

ASIGURAREA CU SUBSTANȚE ORGANICE ȘI AZOT A SOLULUI ÎN DIVERSE SISTEME ECOLOGICE

Norinela VLAS, profesoară de biologie

Elena OSTAPOVICI, profesoară de chimie

<https://orcid.org/0000-0003-4803-6398>

Colegiul Agroindustrial din Ungheni

Rezumat. Lucrarea este dedicată cercetărilor privind starea actuală a diferitor tipuri de sol, formele și rezervele de azot din solurile Moldovei, gradul de asigurare a plantelor cu substanțe organice și azot mineral și beneficiile îngrășămintelor cu azot asupra creșterii și dezvoltării diferitor culturi. Azotul este un element nutritiv a plantelor utilizat în perioada de vegetație, el este strâns legat de materia organică prezentă în sol. Sunt evaluate pierderile de azot prin determinarea pH-ului solului și stabilirea gradului de levigare, denitrificare, volatilizare și eroziune. În baza rezultatelor obținute se argumentează măsurile necesare pentru optimizarea nutriției minerale a plantelor de cultură.

Cuvinte cheie: sol, substanțe organice, azot, pH-ul solului, sistem ecologic.

Abstract. The work is dedicated to research on the current state of different types of soil, the forms and reserves of nitrogen in the soils of Moldova, the degree of provision of plants with organic substances and mineral nitrogen and the benefits of nitrogen fertilizers on the growth and development of different crops. Nitrogen is a plant nutrient used during the growing season, it is closely related to the organic matter present in the soil. Nitrogen losses are assessed by determining soil pH and determining the degree of leaching, denitrification, volatilization and erosion. Based on the obtained results, the necessary measures for optimizing the mineral nutrition of crop plants are argued.

Keywords: Soil, organic matter, nitrogen, soil pH, ecological system.

Introducere

În Colegiul Agroindustrial din Ungheni se studiază la specialitatea Tehnologii Digitale în Agricultură disciplina agrochimia. Pentru a motiva elevii la studierea disciplinelor de specialitate, ne-am propus să facem schimb de experiență cu profesorii de discipline: chimie, biologie, geografie. Colegiul dispune de un laborator tehnico-chimic, teren agricol, solarii în care sunt crescute diferite specii de plante agricole. Cu ajutorul elevilor au fost colectate mai multe probe de sol de la terenurile agricole. Majoritatea terenurilor sunt din sistem agricol tradițional, doar unele nu sunt prelucrate.

Luând în considerare prezența elementelor naturale care contribuie la reducerea impactului organismelor dăunătoare asupra fiecărei culturi agricole, propunem utilizarea protecției integrate a plantelor, care trebuie fundamentată pe cunoașterea caracteristicilor ecologice ale fiecărei parcele. Se evidențiază următoarele grupe de acțiuni [4]: alegerea terenului, fertilizarea organică cu gunoi de grajd bine fermentat, monitorizarea evoluției florei vegetale.

Solul este adăpostul sigur al numeroaselor microorganisme, animale vertebrate, nevertebrate, rădăcini a diferitor plante. Acesta este rezultatul unor procese de dezagregare, solidificare în scoarța terestră [2].

Sistemele agricole ecologice asigură un mediu favorabil pentru nutriția plantelor și pentru acumularea humusului în sol. Pentru menținerea vieții în sol, sistemele agricole trebuie să păstreze și multiplice populația de râme, să încorporeze resturi organice, să păstreze microbiota ce favorizează mineralizarea substanțelor organice, să acopere solul cu plante agricole, plante siderate.

Sursele de elemente chimice N, S, P este materia organică a solului. Materia organică este formată din resturi organice în diferite faze de descompunere, acizi humici, fulvici, huminele. Acidul humic este un promotor excelent al ciupercilor, iar ciupercile sunt unul dintre cele mai preferate alimente pentru râme. Astfel, populația de râme proliferază în soluri bogate în acid humic [6].

Rata de descompunere a materiei organice depinde de raportul carbon/azot (C/N):

Când raportul C/N este mai mic de 15 – descompunere foarte intensă, iar dacă este mai mare de 30, intensitatea este redusă [7].

Materii organice bogate în carbon sunt: turba, compostul, vermicompostul, frunzele și rădăcinile de plante, covorul vegetal, lemnul uscat, insectele și animalele degradate, gunoiul de vacă, de cal, de pasăre, de porc, mulci de trestie de zahăr, fân. O sursă foarte importantă de obținere a azotului natural este cultivarea plantelor leguminoase care trăiesc în simbioză cu bacteriile din genul *Rhizobium*, alte surse sunt gunoi de grajd, compost, îngrășămintele verzi.

Reducerea azotului molecular din atmosferă are loc în urma fixării lui de către bacteriile simbiote cu includerea în masa microbiană, ulterior, în biomasa plantelor și animalelor. Substanțele organice acumulate în sol sunt supuse proceselor de descompunere și mineralizare cu formarea humusului și a formelor de azot mineral [1]. Conținutul de materie organică și azot este în dependență de sistemele ecologice, evoluția indicilor de așezare, rezervele de apă, sistem de lucrare a solului [2].

Sistemul ecologic tradițional asigură majoritatea conținutului de elemente nutritive din sol, însă circuitul materiei organice este deschis și sunt pierderi de substanță organică și azot. În rezultat se poate observa în acest sistem un grad de eroziune sesizabil, reducere a fertilității solului, riscul de poluare a apelor. Sistemul ecologic natural asigură un echilibru de materie organică și azot, formează un circuit al materiei închis și protejează mediul ambiant.

Sistemul ecologic No-Till (sistem de lucrare minimă a solului) asigură o creștere cu substanțe organice și azot, sporește cantitatea de biomasă, eroziune nesemnificativă, formează un sistem cvasiînchis.

La baza formării humusului din sol stă materia organică. El conține peste 90% din azot și 35-65% din fosfor. Humusul reține de 4-6 ori mai multă apă, întârziind cu 2 săptămâni efectele secetei. Din humusul nou format prin descompunerea materiei organice din sol de către microorganismele aerobe, 80% se mineralizează, iar restul intră în rezerva solului [7].

Metode și materiale aplicate

Cercetările au fost efectuate în laboratorul Tehno-chimic al Colegiului Agroindustrial din Ungheni. Au fost studiate însușirile agrochimice a unor cantități de sol din diferite culturi agricole: viță de vie, porumb, teren agricol necultivat, cireșe, prune. S-a determinat pH-ul solurilor, umiditatea solului, porozitatea solului, rezervele de azot mineral, conținutul de fosfor și potasiu.

Pentru calcularea umidității solului s-a cântărit 200 g de sol pe un cartonaș alb, care a fost împrăștiat uniform și lăsat să se usuce 24 h, la temperatura camerei, într-o încăpere bine ventilată. După uscare proba de sol a fost cântărită.

Aprecierea Ph-ului solului a fost realizată cu ajutorul baghetei indicatoare al Ph-ului, cât și cu ajutorul pH-metrului. Concentrația de nitriți și nitrați a fost apreciată cu baghetele de testare QUANTOFIX nitra/nitrit.

Aprecierea cantității de fosfor se efectuează calorimetric. Cu ajutorul unei seringi am introdus în ambele eprubete din calorimetru 1,6 ml soluție de extract de sol, apoi a fost adăugată apă distilată până la marcaj. Ambele eprubete au fost așezate în blocul de comparare. În eprubeta din dreapta au fost adăugate 6 picături de P-1 și amestecată blând, apoi am mai adăugat 6 picături de P-2. În eprubeta din stânga am adăugat 6 picături P-K și am amestecat pentru a forma o soluție omogenă. Peste 10 minute am citit rezultatele, prin observarea egalității de culori a soluțiilor.

Aprecierea potasiului. Se ia o eprubetă și se umple până la marcaj cu soluție de sol filtrată, apoi se adaugă 15 picături de soluție K-1, se închide și se amestecă. Apoi se adaugă o linguriță fără vârf de K-2, se închide și se amestecă blând, timp de 30 secunde. După agitare se observă că reagenții s-au descompus, soluția rămâne omogenă. Luăm eprubeta de măsurare a potasiului și din eprubeta cu soluție cu seringă turnăm încet soluția, până când crucea neagră de pe fundul eprubetei devine invizibilă. De pe scara gradată a eprubetei citim conținutul de K.

Rezultate obținute

Aprecierea gradului de umiditate din sol

Nr.ord.	Soluri	Masa inițială(g)	Masa finală (g)	Umiditatea (%)
1.	Sol colectat din livada de cireș	200	190,33	4,83

2.	Sol colectat din vie	200	199,35	0,32
3.	Sol colectat din ghiveciul cu hibiscus	200	199	0,5
4.	Sol colectat din terenul cu porumb	200	189,81	5,09
5.	Sol colectat din livada de prun	200	186,35	6,82
6.	Sol universal	200	189,65	5,17
7.	Sol de la teren arabil necultivat	200	179,99	10



Aprecierea densității solului

Nr. ord.	Soluri	Masa (g)	Densitatea (kg/dm ³)
1.	Sol colectat din livada de cireș	152	1,52
2.	Sol colectat din vie	154	1,54
3.	Sol colectat din ghiveciul cu hibiscus	132	1,32
4.	Sol colectat din terenul cu porumb	142	1,42
5.	Sol colectat din livada de prun	136	1,36
6.	Sol universal	122	1,22
7.	Sol de la teren arabil necultivat	141	1,44

Rezultatele obținute la determinarea pH au fost 8- 8,6, iar a concentrației de K- 100 mg/kg, P- 10 mg/kg.

Concluzii

La testarea elevilor din grupa Tehnologii Digitale în Agricultură am identificat mai mulți elevi cu stilul de învățare kinestezic. Ceea ce demonstrează, că pot învăța mai bine, atunci când ating obiectul, se mișcă și participă activ la diferite activități, când stau

nemișcați pierd concentrația. Prin această cercetare a solului, elevii au stabilit parametrii agrochimici ai solului de pe terenurile agricole gestionate de instituție. S-a observat că solul din sistem ecologic tradițional conține mai puțină materie organică și azot comparativ cu solul neprelucrat. Lucrările solului contribuie la scăderea umidității din sol și a gradului de porozitate. Din acest motiv dacă materia organică va fi încorporată în sol, dacă se va respecta rotația culturilor, se va utiliza minim lucrările solului și a îngrășămintelor chimice va crește microbiota solului și productivitatea solului.

Bibliografie

1. http://www.akademos.asm.md/files/71_77_Materia%20organica%20din%20solurile%20Moldovei%20si%20masuri%20de%20sporire%20a%20fertilitatii.pdf
2. https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/75-78_30.pdf
3. GAINAREAN, Gh., JIGĂU, Gh, GALUPA, D. Managementul durabil al terenurilor/ resp. de ed: Anatolie Fala; Agenția Naț. de Dezvoltare Rurală, Proiectul Agricultură Competitivă în Moldova.- Chișinău: S.n., 2015- 192 p. ISBN 978-9975-53-493-2.
4. GRIGHELI, Gh., DADU, C., Lungu V. O. Îngrășăminte organice și rolul lor în restabilirea fertilității solului: (lucrare de sinteză)/ - Chișinău: Print-Caro, 2012.- 90 p. ISBN 978-9975-56-045-0.
5. UNGUREANU, V.. Particularitățile agriculturii organice/, - Chișinău: Centrul ed.al UASM, 2007.- 63 p. ISBN 978-9975-64-097-8.
6. <https://agroexpert.md/rus/articole/masuri-pentru-reaprovizionarea-solului-cu-carbon>
7. <https://agrobiznes.md/materia-organica-baza-fertilitatii-solului-cum-o-majoram.html>