UNIVERSITATEA
PEDAGOGICĂ DE STAT
ION CREANGĂ
DIN CHIȘINĂU

ȘTIINȚĂ ȘI EDUCAȚIE:
NOI ABORDĂRI ȘI PERSPECTIVE

MATERIALELE CONFERINȚEI ȘTIINȚIFICE INTERNAȚIONALE

19-20 martie 2026

Seria XXVIII

Volumul IV

ȘTIINȚE EXACTE ȘI ALE NATURII



UNIVERSITATEA
PEDAGOGICĂ DE STAT
ION CREANGĂ
DIN CHIȘINĂU

ȘTIINȚĂ ȘI EDUCAȚIE: NOI ABORDĂRI ȘI PERSPECTIVE

MATERIALELE CONFERINȚEI ȘTIINȚIFICE INTERNAȚIONALE

19-20 martie 2026

Seria XXVIII

Volumul 4

Științe exacte și ale naturii

Chișinău, 2026

Recomandat pentru publicare de către Senatul Universității Pedagogice de Stat „Ion Creangă" din Chișinău din 25.06.2026, Procesul-verbal nr. 12

ȘTIINȚĂ ȘI EDUCAȚIE: NOI ABORDĂRI ȘI PERSPECTIVE

MATERIALELE CONFERINȚEI ȘTIINȚIFICE INTERNAȚIONALE

Coordonare științifică:
Tudor Castraveț, conf. univ., dr., prorector pentru cercetare
Silvia Chicu, conf. univ., dr., șefa secției „Managementul cercetării, dezvoltării și inovării"

Colegiul de redacție:
Maria Vîrlan, prof. univ., dr., decan, Facultatea de Psihologie și Psihopedagogie Specială
Gabriella Topor, conf. univ., dr., decan, Facultatea de Filologie și Istorie
Angela Solcan, conf. univ., dr., decan, Facultatea de Limbi și Literaturi Străine
Nina Garștea, conf. univ., dr., decan, Facultatea de Științe ale Educației
Ana Simac, prof. univ., dr., decan, Facultatea de Arte Plastice și Design
Andrei Braicov, prof. univ., dr. decan, Facultatea de Fizică, Matematică și Tehnologii Informaționale
Nicolae Aluchi, conf. univ., dr., decan, Facultatea de Biologie și Chimie
Ion Mironov, conf. univ., dr., decan, Facultatea de Geografie
Ecaterina Scherlet, director, Biblioteca Științifică a universității

Redactare literară: Grigore Chiper, conf. univ., dr.

RESPONSABILITATEA PENTRU CONȚINUTUL MATERIALELOR PUBLICATE REVINE ÎN EXCLUSIVITATE AUTORILOR

DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAȚIONALE A CĂRȚII DIN REPUBLICA MOLDOVA

„Știință și educație: noi abordări și perspective", conferință științifică internațională (28 ; 2026 ; Chișinău). Știință și educație: noi abordări și perspective : Materialele conferinței științifice internaționale, Seria 28, Chișinău, 19-20 martie 2026 / coordonare științifică: Tudor Castraveț, Silvia Chicu ; colegiul de redacție: Maria Vîrlan [et al.] ; comitetul științific: Alexandra Barbăneagră [et al.]. – Chișinău : Editura UPSC, 2026. – ISBN 978-9975-48-439-8.

Cerințe de sistem: PDF Reader.

Vol. 4 : Științe exacte și ale naturii. – 2026. – 464 p. : fig., h., il., tab. color. – Antetit.: Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă" din Chișinău. – Texte : lb. rom., engl., rusă. – Rez.: lb. rom., engl. – Ref. bibliogr. la sfârșitul art. – ISBN 978-9975-48-464-0 (PDF). – Text : electronic.

082=135.1=111=161.1

S 85

© Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă" din Chișinău, 2026

Editura Universității Pedagogice de Stat „Ion Creangă" din Chișinău, str. Ion Creangă, nr. 1, MD-2069

COMITETUL ȘTIINȚIFIC

Alexandra BARBĂNEAGRĂ, conf. univ., dr., rector	Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău, Republica Moldova https://orcid.org/0000-0003-4777-1550
Tudor CASTRAVEȚ, conf. univ., dr., prorector pentru cercetare	Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău, Republica Moldova https://orcid.org/0000-0003-1657-4271
Daiana-Theodora CUIBUS, conf. univ., dr., director al Institutului Limbii Române,	Ministerul Educației, Culturii și Cercetării, Universitatea „Babeș-Bolyai” din Cluj Napoca, România https://orcid.org/0000-0001-8883-5333
Elena PLATON, prof. univ., dr. hab., director al Institutului Limbii Române ca Limbă Europeană	Facultatea de Litere, Universitatea „Babeș-Bolyai” din Cluj-Napoca, România https://orcid.org/0009-0002-0194-7995
Ramona Flavia RAȚIU, conf. univ., dr., rector	Universitatea „Dimitrie Cantemir” din Târgu Mureș, România https://orcid.org/0000-0001-7258-0575
Mihai NICULIȚĂ, conf. univ., dr.	Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași, România https://orcid.org/0000-0003-0351-5512
Dumitru MIHĂILĂ, conf. univ., dr. hab.	Universitatea „Ștefan cel Mare” din Suceava, România https://orcid.org/0000-0002-5876-7963
Daniel CRISTEA-ENACHE, conf. univ., dr.	Universitatea din București, România https://orcid.org/0000-0002-1637-669X
Loredana-Ileana VÎȘCU, prof. univ., dr., prorector	Universitatea „Tibiscus” din Timișoara, România https://orcid.org/0000-0002-8642-9080
Ovidiu Florin TODERICI, conf. univ., dr., prorector	Universitatea „Aurel Vlaicu” din Arad, România https://orcid.org/0000-0002-1117-6330
Sorina-Mihaela BĂLAN, conf. univ., dr., prorector	Universitatea „Dimitrie Cantemir” din Târgu Mureș, România https://orcid.org/0000-0002-3960-4077
Alexandra COBZEANU (MAFTEI), dr.	Universitatea „Alexandru Ioan-Cuza” din Iași, România https://orcid.org/0000-0001-9700-8794
Oksana KOVTUN, prof, univ., dr. hab., prorector	Universitatea Pedagogică de Stat „Hryhorii Skovoroda”, Pereiaslav, Ucraina https://orcid.org/0000-0002-9139-8987

Simona MARIN,
prof. univ., dr., decanul Facultății Științe ale Educației
Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați, România
https://orcid.org/0000-0003-4324-0250

Diana SPULBER,
prof. univ., dr.
Universitatea din Genova, Italia
https://orcid.org/0000-0001-7395-986X

Gina-Aurora NECULA,
conf. univ., dr.
Lectoratul de Limbă, Cultură și Civilizație Românească al Institutului Limbii Române din București la Universitatea de Stat din Comrat
https://orcid.org/0000-0001-7151-1471

Vera POTOPOVA,
prof., dr. mgr.
Universitatea de Științe ale Vieții din Praga, Republica Cehă
https://orcid.org/0000-0002-2723-0397

Pawel STRUS,
conf. univ., dr.
Universitatea Comisiei Naționale pentru Educație din Cracovia, Polonia
https://orcid.org/0000-0002-8199-5753

Vitaly KOTSUR,
prof. univ., dr., rector
Universitatea „Hryhorii Skovoroda în Pereiaslav”, Ucraina
https://orcid.org/0000-0001-6647-7678

Nina GARȘTEA,
conf. univ., dr.
Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău, Republica Moldova
https://orcid.org/0000-0002-1926-6234

Maria VÎRLAN,
prof. univ., dr.
Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău, Republica Moldova
https://orcid.org/0000-0001-6843-2609

Ana SIMAC,
prof. univ., dr.
Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău, Republica Moldova
https://orcid.org/0000-0002-2627-6756

Andrei BRAICOV,
prof. univ., dr.
Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău, Republica Moldova
https://orcid.org/0000-0001-6416-2357

Angela SOLCAN,
conf. univ., dr.
Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău, Republica Moldova
https://orcid.org/0000-0002-7906-145X

Constantin CIORBĂ,
prof. univ., dr. hab.
Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău, Republica Moldova
https://orcid.org/0000-0001-7125-2545

Gabriella TOPOR,
conf. univ., dr.
Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău, Republica Moldova
https://orcid.org/0000-0002-3530-3701

Ion MIRONOV,
conf. univ., dr.
Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău, Republica Moldova
https://orcid.org/0009-0002-9063-7242

Nicolae ALUCHI,
conf. univ., dr.
Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău, Republica Moldova
https://orcid.org/0000-0003-1874-8474

CUPRINS

Viorel BOCANCEA, Victor CIUVAGA
CONCEPȚIA ȘI PARTICULARITĂȚILE CURRICULUMULUI
LA DISCIPLINA FIZICĂ. ASTRONOMIE 12

Tatiana CHIRIAC, Ilina CHIRIAC
INTEGRAREA TEHNOLOGIILOR MULTIMEDIA ÎN EDUCAȚIA
DIGITALĂ: FUNDAMENTE PEDAGOGICE ȘI APLICAȚII DIDACTICE 18

Sergiu MAFTEA, Alexandra MAFTEA, Iuliana MAFTEA
O PROBLEMĂ CONSACRATĂ – MODEL DE ABORDARE
TRANSDISCIPLINARĂ PENTRU ÎNVĂȚĂMÂNTUL GENERAL 31

Nicolae BALMUȘ
TEHNOLOGII DE PROIECTARE ȘI VALORIFICARE
A ACTIVITĂȚILOR INTERACTIVE DE ÎNVĂȚARE-EVALUARE
ÎN MANUALELE DIGITALE DE MATEMATICĂ PENTRU
CICLUL GIMNAZIAL (CLASELE V-A, VI-A) 41

Nicolae BALMUȘ, Ilie MUȘINSCHI
TEHNOLOGII DE PARTAJARE ȘI DISEMINARE A MANUALELOR
DIGITALE ELABORATE ÎN APLICAȚIA MDIR CONSTRUCTOR 51

Olesea SÎRGHI
PROBLEME INTERDISCIPLINARE – INSTRUMENT METODOLOGIC
PENTRU DEZVOLTAREA GÂNDIRII ALGORITMICE ÎN STUDIUL
PROGRAMĂRII LA NIVEL LICEAL 59

Victoria EFROS
CANVA AI CA INSTRUMENT PENTRU OPTIMIZAREA
PROCESULUI DE PREDARE-ÎNVĂȚARE A MATEMATICII
ÎN ÎNVĂȚĂMÂNTUL PRIMAR 66

Serhii KAPTALAN
THE DIDACTIC POTENTIAL OF A SIMPLE PHYSICAL EXPERIMENT
IN DEVELOPING PRACTICAL COMPETENCES AND PREPARING
STUDENTS FOR REAL LIFE (BASED ON THE AUTHOR'S TEXTBOOK
"PHYSICS IN REAL LIFE") 74

Sergiu PORT, Natalia NEAGU
CONSTRUCȚIA CERCURILOR TANGENTE LA CERCURI ÎN SENS LARG 81

Natalia NEAGU, Sergiu PORT
O PERSPECTIVĂ STATISTICĂ ASUPRA EXAMENULUI DE BACALAUREAT ÎN REPUBLICA MOLDOVA: ANALIZA ȘI INTERPRETAREA DATELOR 87

Valeriu BORDAN, Mihaela HAJDEU
EXEMPLE DE RELAȚII DE ECHIVALENȚĂ DEFINITE PE O MULȚIME CU AJUTORUL MATRICELOR 93

Andrey DAVIDENKO
THE ROLE OF STUDENT PROJECTS IN SCIENCE EDUCATION 98

Vitalie PUȚUNTICĂ
INTEGRABILITATEA SISTEMULUI DIFERENȚIAL CUBIC CU ȘASE DREPTE INVARIANTE DE DOUĂ DIRECȚII 107

Roman CECAN, Andrei BRAICOV
TEHNOLOGII EMERGENTE PENTRU PREDAREA DISCIPLINELOR STEM 117

Tatiana VEVERIȚA, Ilie MUȘINSCHI
FUNDAMENTE CONCEPTUALE ȘI TRASEUL EVOLUTIV AL LEARNING ANALYTICS ȘI EDUCATIONAL DATA MINING ÎN CONTEXTUL ANALIZEI DATELOR EDUCAȚIONALE 126

Tatiana VEVERIȚA, Irina LUCA
UTILIZAREA LICENȚELOR CREATIVE COMMONS ÎN ELABORAREA ȘI DISTRIBUIREA RESURSELOR DIDACTICE ÎN EDUCAȚIA DIGITALĂ 135

Alexandra Violeta DINU
METODE INTERDISCIPLINARE ÎN PREDAREA BIOLOGIEI DE LA TEORIE LA PRACTICĂ EDUCAȚIONALĂ 142

Ionuț-Daniel GÂNDAC, Mihai MATEI, Ion ARSENE
THEORETICAL ANALYSIS OF THE THERMODYNAMIC STABILITY OF DIMERS DERIVED FROM ASPARTIC ACID AND VALINE 149

Ana ROZLOVAN, Natalia CHISELIȚA, Boris NEDBALIUC
SUBSTANȚE BIOLOGIC ACTIVE ALE DROJDIILOR PIGMENTATE ȘI POTENȚIALUL LOR BIOTEHNOLOGIC 157

Victoria CALISTRU
VALOAREA PEDAGOGICĂ A RESURSELOR MOZAWEB
ÎN PREDAREA INTEGRATĂ A CONCEPTELOR BIOLOGICE
ȘI CHIMICE 164

Cristina-Amalia DUMITRAȘ
PROIECTELE – ABORDĂRI INTERDISCIPLINARE 173

Alexandra MATROI
PROIECTELE STEM/STEAM CA METODĂ DE MOTIVARE
A ELEVILOR ÎN CERCETARE 179

Olga BULAT
НАУЧНОЕ МЫШЛЕНИЕ НА УРОКАХ БИОЛОГИИ 185

Diana COȘCODAN, Lora MOȘANU-ȘUPAC
UTILIZAREA INTELIGENȚEI ARTIFICIALE ȘI A IMPRIMANTELOR
3D PENTRU O STUDIERE TRANSDISCIPLINARĂ A BIOLOGIEI 190

Ana LEORDA
IMPACTUL ECRANELOR ASUPRA ADOLESCENȚILOR ÎN
FUNCȚIE DE TIPUL DE ACTIVITATE NERVOASĂ SUPERIOARĂ 196

Pușica ZAINEA, Valentina CIOCHINĂ
GESTIONAREA STRESULUI PSIHOEMOȚIONAL ÎN
DIFERITE PERIOADE – DE CREȘTERE, DEZVOLTARE
ȘI CONSTITUIRE A ORGANISMULUI 203

Ala DONICA, Viorica ANGHELUȚA, Ludmila CREȚU
SPAȚIILE VERZI URBANE PRIN PRISMA EDUCAȚIEI
PENTRU DEZVOLTARE DURABILĂ 208

Nina VOLONTIR, Tudor CASTRAVEȚ
ÎNVĂȚAREA GEOGRAFIEI ȘCOLARE PRIN INVESTIGAȚII
INTERDISCIPLINARE ÎN ORIZONTUL LOCAL 220

Vadim CUJBĂ, Rodica SÎRBU, Dorin LOZOVANU
CONFIGURAȚIA SPAȚIALĂ A DISPARITĂȚILOR TERITORIALE
ÎN REPUBLICA MOLDOVA: O MODELARE FACTORIALĂ
GEOSPAȚIALĂ BAZATĂ PE RPL - 2024 231

Ana JELEAPOV
EVALUAREA IMPACTULUI ANTROPIC ASUPRA STĂRII
HIDROMORFOLOGICE A RÂURILOR DIN BAZINUL SĂRATA 239

Gabriel MATEI
PREDAREA SCHIMBĂRILOR CLIMATICE PRIN
INVESTIGAȚIE GEOGRAFICĂ: PERSPECTIVE DIDACTICE
ȘI ȘTIINȚIFICE PENTRU DEZVOLTAREA DURABILĂ 245

Anatolie PUȚUNTICĂ
PARTICULARITĂȚILE CLIMATICE ALE ZONEI DE STEPĂ
DIN SUDUL REPUBLICII MOLDOVA 252

Anatolie PUȚUNTICĂ
CALIFICATIVE PLUVIOMETRICE ANUALE
ÎN REPUBLICA MOLDOVA UTILIZÂND INDICELE
DE ARIDITATE DE MARTONNE..... 266

Elena SOCHIRCĂ, Elena BEREGOI
CURRICULUMUL LA GEOGRAFIE ÎN CONTEXTUL
REFORMEI EDUCAȚIONALE: PROVOCĂRI ȘI OPORTUNITĂȚI 273

Elena SOCHIRCĂ, Silvia SUVAC
EDUCAȚIA STEAM CA INSTRUMENT DE IMPLEMENTARE
A OBIECTIVELOR DE DEZVOLTARE DURABILĂ ÎN EDUCAȚIA
GEOGRAFICĂ 280

Silvia SUVAC, Doina PIDGHIRNÎI
PARTICULARITĂȚI ALE EDUCAȚIEI DIGITALE APLICATE
LA LECȚIILE DE GEOGRAFIE..... 287

Silvia SUVAC, Natalia JENERENCO
INTEGRAREA NOILOR EDUCAȚII ÎN FORMAREA
COMPETENȚELOR SPECIFICE DISCIPLINEI GEOGRAFIE
ÎN CONTEXTUL REFORMEI CURRICULARE..... 295

Vesna NIKOLIĆ
HIGHER EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT
AND SECURITY: UNIVERSITIES AS CATALYSTS OF CHANGE 301

Ecaterina SCHERLET
BIBLIOTECA UNIVERSITARĂ: RECONCEPTUALIZAREA
SPAȚIILOR, RESURSELOR ȘI SERVICIILOR 318

Nelly ȚURCAN
UTILIZAREA INTELIGENȚEI ARTIFICIALE GENERATIVE
DE CĂTRE STUDENȚI: IMPLICAȚII PENTRU ROLUL
BIBLIOTECILOR UNIVERSITARE..... 328

Lenuța URSACHI, Camelia DĂNILĂ
OPTIMIZAREA SISTEMELOR INTEGRATE DE BIBLIOTECĂ CU AJUTORUL INTELIGENȚEI ARTIFICIALE GENERATIVE: STUDIU DE CAZ CHATGPT ȘI KOHA 344

Tatiana Adriana OPRESCU
BIBLIOTECA DIGITALĂ A CENTRULUI UNIVERSITAR PITEȘTI – RESURSE MODERNE ÎN SPRIJINUL PROCESULUI EDUCAȚIONAL DIGITAL 356

Viorica LUPU
INSTRUMENTE DIGITALE PENTRU MANAGEMENTUL DATELOR DE CERCETARE ÎN BIBLIOTECILE UNIVERSITARE: EXPERIENȚE ȘI BUNE PRACTICI 363

Natalia CHERADI, Natalia SUVAC
EXTINDEREA SFEREI DE INFLUENȚĂ A BIBLIOTECII UNIVERSITARE: NOI PARADIGME ALE SERVICIILOR INFORMAȚIONALE 377

Elena BORDIAN, Elena LUPU, Ecaterina COȘLEȚ
PROTECȚIA DATELOR ÎN ECOSISTEMUL ACADEMIC DIGITAL PRIN APLICAREA STANDARDELOR ISO PRIVIND SECURITATEA INFORMAȚIEI 387

Ala SUSARENCO
ASPECTE LEGALE UE PRIVIND PROTECȚIA DREPTULUI DE AUTOR ÎN CREAREA ȘI GESTIONAREA BIBLIOTECII DIGITALE 397

Valentina STRATAN
IDENTIFICATORII PERSISTENȚI ȘI METADATELE ASOCIATE – INSTRUMENTE STRATEGICE PENTRU ȘTIINȚĂ DESCHISĂ ȘI INTEROPERABILITATE 403

Mihaela STAVER
INTELIGENȚA MULTIFOCALĂ – CHEIA UNUI BIBLIOTECAR FLEXIBIL ȘI CREATIV 412

Silvia GORCEAG
BIBLIOTECA UNIVERSITARĂ ÎN ERA INTELIGENȚEI ARTIFICIALE GENERATIVE: REDEFINIREA ROLULUI BIBLIOTECARULUI ACADEMIC 418

Irina COJOCARU
ROLUL CHEIE AL IDENTIFICATORILOR PERSISTENȚI
ÎN ECOSISTEMUL ȘTIINȚEI DESCHISE 428

Veronica SANDU, Angela MALANIUC
SCIENTIFIC LIBRARY IN THE CONTEXT OF EUROPEAN
INTEGRATION: STANDARDS, PRACTICES AND DIRECTIONS
OF DEVELOPMENT 436

Maria EMANDEI, Mariana MAȚARIN
TRANSFORMAREA DIGITALĂ A BIBLIOTECII UNIVERSITARE:
DE LA COLECȚII TIPĂRITE LA RESURSE ELECTRONICE 449

Elizaveta CHIRIAC, Svetlana CIORBĂ
CONTRIBUȚIA BIBLIOTECII UNIVERSITARE LA DEZVOLTAREA
COMPETENȚELOR DE LECTURĂ INTELIGENTĂ 456

ABORDĂRI MODERNE ÎN DIDACTICA ȘTIINȚELOR EXACTE ȘI ALE NATURII

CONCEPȚIA ȘI PARTICULARITĂȚILE CURRICULUMULUI LA DISCIPLINA FIZICĂ. ASTRONOMIE

THE CONCEPT AND SPECIFIC FEATURES OF THE CURRICULUM IN PHYSICS. ASTRONOMY

Viorel BOCANCEA, conf. univ., dr.,
UPS „Ion Creangă" din Chișinău
Victor CIUVAGA, cercetător științific,
Centrul de cercetări USM

Viorel BOCANCEA, PhD, Associate Professor,
"Ion Creanga" SPU of Chisinau
ORCID: 0000-0002-7055-678X
e-mail: vibocancea@gmail.com
Victor CIUVAGA, Scientific Researcher,
SUM Research Center
ORCID: 0000-0002-7055-678X
e-mail: vciuvaga1971@gmail.com

CZU: 37.091.214:52/53
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p12-17

Abstract. The modernization of the Physics. Astronomy curriculum represents a strategic priority in the context of the transition toward a knowledge-based society and technological transformation. This article analyzes the conceptual framework, epistemological foundations, and structural features of the newly developed curriculum. The study highlights the shift from a content-centered paradigm toward a competence-based approach focused on investigation, modeling, application, and scientific communication. The curriculum is aligned with the National Curriculum Reference Framework (CRCN 2025) [4] and European educational policies, aiming to develop scientific literacy and transferable competencies. Special emphasis is placed on epistemological principles, interdisciplinary integration, and the development of critical thinking. The research demonstrates that the new curriculum provides a coherent and modern framework that enhances the relevance and effectiveness of physics education.

Keywords: curriculum reform, physics education, competence-based curriculum, scientific literacy, modeling

Introducere

Fizica ca știință fundamentală ocupă un rol central în formarea culturii științifice și în dezvoltarea competențelor necesare pentru înțelegerea lumii contemporane. În acest sens, concepția disciplinei Fizică. Astronomie [1] constituie documentul strategic care definește cadrul conceptual și metodologic al dezvoltării curriculumului, asigurând coerența dintre politicile educaționale naționale și cerințele societății moderne. Luând în calcul că ultima Concepție a învățământului preuniversitar de

fizică în Republica Moldova [2] a fost elaborată în 1996, se impune o revedere esențială a acestui document, deoarece aceasta asigură o transformare benefică a curriculumului disciplinar. Noua concepție a fost elaborată în baza Concepției Dezvoltării Curriculumului Școlar [3] și al Cadrului de referință al Curriculumului Național [4].

Curriculumul școlar reprezintă un element fundamental al sistemului educațional, reflectând orientările epistemologice, sociale și pedagogice ale societății. În contextul transformărilor accelerate generate de dezvoltarea tehnologică, digitalizare și globalizare, modernizarea curriculumului la disciplina Fizică. Astronomie devine o necesitate strategică.

Reforma curriculară actuală reflectă o schimbare paradigmatică profundă, caracterizată prin orientarea procesului educațional spre formarea competențelor și dezvoltarea gândirii științifice. Această schimbare presupune depășirea modelului tradițional centrat pe transmiterea cunoștințelor și promovarea unui model educațional bazat pe competențe.

Scopul prezentului articol constă în analiza concepției disciplinei integrate Fizica. Astronomia și a Curriculumului la această disciplină prin evidențierea particularităților sale structurale și epistemologice.

Context curricular

În sens larg, concepția disciplinei reprezintă sistemul de idei, principii și orientări teoretice care fundamentează rolul, structura, finalitățile și conținuturile unei discipline de învățământ în cadrul curriculumului. În sens restrâns, concepția disciplinei școlare reprezintă documentul curricular, care fundamentează statutul, finalitățile, conținuturile și orientările metodologice ale unei discipline, stabilind rolul acesteia în formarea competențelor elevilor și în realizarea finalităților educației.

Este cunoscut faptul că o concepție a disciplinei îndeplinește mai multe funcții:

1. *Funcția teoretică*, care explică statutul disciplinei în sistemul educațional.
2. *Funcția curriculară*, care fundamentează proiectarea curriculumului disciplinei.
3. *Funcția metodologică*, care orientează strategiile didactice și modul de predare.
4. *Funcția axiologică*, care evidențiază valorile educative promovate de disciplină.

O concepție a disciplinei, de regulă, trebuie să includă:

1. Argumentarea necesității disciplinei (rolul educativ și social al disciplinei).
2. Statutul epistemologic al disciplinei (legătura cu știința de referință).
3. Finalitățile educaționale (competențe, obiective generale și specifice).
4. Structura conținuturilor (domenii, teme, concepte fundamentale).
5. Principii metodologice (orientări didactice pentru predare-învățare).
6. Raporturile interdisciplinare (conexiuni cu alte discipline).

În pedagogia contemporană, concepția disciplinei este importantă, deoarece:

- asigură coerența curriculumului;
- corelează știința de referință cu obiectivele educației;

- orientează proiectarea programelor școlare, manualelor și metodelor didactice.

Fundamentele epistemologice ale curriculumului la Fizică. Astronomie reprezintă elementul central care determină structura și funcționalitatea acestuia. Noua concepție curriculară se bazează pe epistemologia științelor experimentale, care consideră cunoașterea ca rezultat al interacțiunii dintre observație, experiment și modelare. Această abordare reflectă modul autentic de funcționare a științei și permite dezvoltarea unei înțelegeri profunde a fenomenelor naturale. Cunoașterea fizică nu este prezentată ca un ansamblu static de informații, ci ca un sistem dinamic de modele explicative, aflate într-un proces continuu de dezvoltare.

Modelarea reprezintă elementul central al procesului de cunoaștere, având rolul de a permite reprezentarea, explicarea și predicția fenomenelor fizice. Prin utilizarea modelelor conceptuale, matematice și digitale, elevii dobândesc capacitatea de a înțelege structura și funcționarea sistemelor fizice.

Un aspect esențial al fundamentării epistemologice îl constituie integrarea relației dintre teorie și experiment. Experimentul nu este utilizat exclusiv ca metodă de verificare, ci ca instrument de descoperire și investigare. Această abordare contribuie la dezvoltarea gândirii științifice și la formarea unei atitudini critice față de cunoaștere.

În acest context, curriculumul promovează o paradigmă constructivistă, în care elevul devine subiect activ al procesului de învățare. Învățarea este organizată în jurul investigării fenomenelor, rezolvării problemelor și construirii modelelor explicative. Această orientare contribuie la dezvoltarea alfabetizării științifice, considerată o competență fundamentală pentru participarea activă în societatea contemporană.

Fundamentele valorice ale curriculumului

Dimensiunea valorică a curriculumului constituie o componentă esențială a concepției disciplinei, reflectând rolul educației științifice în formarea personalității elevului. Fizica nu numai că reprezintă un sistem de cunoștințe, dar și posedă un potențial de dezvoltare a unor valori fundamentale ale cunoașterii științifice și ale responsabilității sociale.

Studiul fizicii contribuie la formarea respectului pentru adevărul științific, rigoarea intelectuală și obiectivitate. Aceste valori sunt esențiale în contextul societății contemporane, caracterizate printr-un volum mare de informații și necesitatea evaluării critice a acestora. Un rol important îl are dezvoltarea responsabilității față de utilizarea științei și tehnologiei. Elevii dobândesc capacitatea de a analiza impactul progresului tehnologic asupra societății și mediului, dezvoltând o atitudine responsabilă și conștientă.

Curriculumul promovează, de asemenea, valori legate de dezvoltarea personală, precum perseverența, autonomia intelectuală și gândirea critică. Procesul de investigare și rezolvare a problemelor contribuie la dezvoltarea încrederii în propriile capacități și la formarea unei atitudini proactive față de învățare. În acest mod, fizica

contribuie la formarea unui cetățean capabil să înțeleagă și să utilizeze cunoașterea științifică în mod responsabil.

Caracterul competențial al curriculumului

Una dintre cele mai importante particularități ale noului curriculum o constituie orientarea sa competențială. Această abordare reflectă tendințele contemporane în educație și asigură dezvoltarea integrată a cunoștințelor, abilităților și atitudinilor.

Competențele specifice ale disciplinei sunt structurate în jurul unor procese fundamentale ale cunoașterii științifice, precum analiza, investigarea, modelarea, aplicarea și comunicarea. Acestea sunt racordate la competențele cheie, dezvoltate pe tot parcursul vieții, recomandate de Comisia Europeană [5].

Această structură reflectă logica internă a fizicii ca știință și permite organizarea coerentă a procesului de învățare. Elevii dobândesc cunoștințe și învață să le utilizeze în contexte variate, dezvoltând competențe transferabile. Introducerea explicită a competențelor de modelare și comunicare reprezintă o inovație majoră a noului curriculum. Modelarea permite elevilor să construiască reprezentări ale fenomenelor fizice, iar comunicarea contribuie la dezvoltarea capacității de argumentare și explicare.

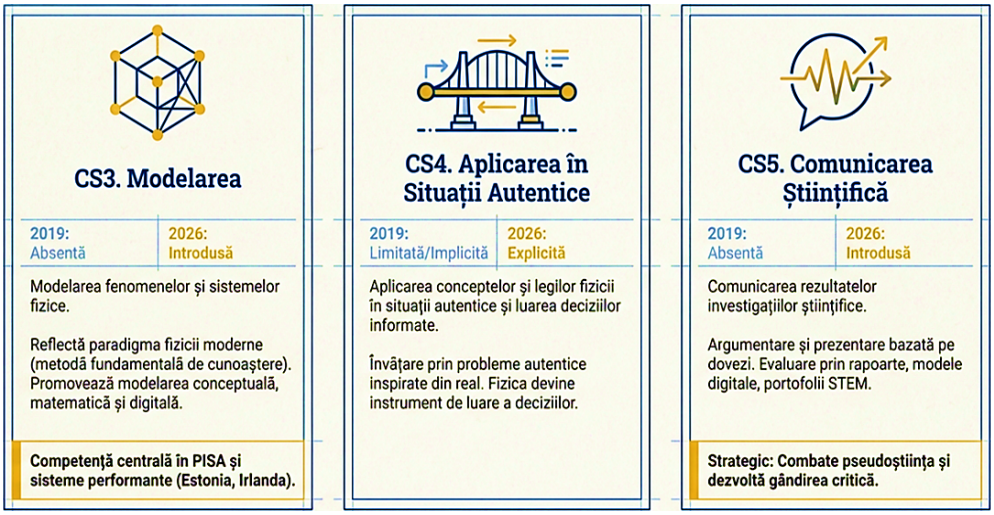


Figura 1. Competențele specifice ale disciplinei Fizica. Astronomia

Această orientare contribuie la dezvoltarea gândirii științifice și la formarea unei înțelegeri funcționale a cunoașterii.

Structura și coerența curriculumului

Structura curriculumului este organizată astfel, încât să asigure progresia logică și dezvoltarea graduală a competențelor.

Elementele curriculare sunt corelate sistemic, asigurând coerența dintre:

– competențele specifice,
– unitățile de competență,
– conținuturi,
– rezultatele învățării.

Această structură permite organizarea eficientă a procesului didactic și facilitează realizarea obiectivelor educaționale.

Un aspect important îl constituie asigurarea continuității între nivelurile de școlaritate. Curriculumul este conceput astfel, încât fiecare etapă să contribuie la dezvoltarea progresivă a competențelor. Această organizare contribuie la creșterea eficienței procesului educațional.

Asigurarea conexiunilor pluri-, interdisciplinare și abordarea STEM

Curriculumul promovează asigurarea conexiunilor pluri-, interdisciplinare și reflectă rolul fizicii ca disciplină fundamentală în cadrul educației STEM.

Fizica oferă cadrul conceptual pentru înțelegerea fenomenelor studiate în alte domenii, precum chimia, biologia, geografia fizică, ingineria și tehnologia. Această integrare contribuie la dezvoltarea unei viziuni unitare asupra cunoașterii.

Utilizarea tehnologiilor digitale reprezintă o componentă importantă a procesului de învățare. Simulările, experimentele virtuale și instrumentele digitale permit explorarea fenomenelor și dezvoltarea competențelor digitale.

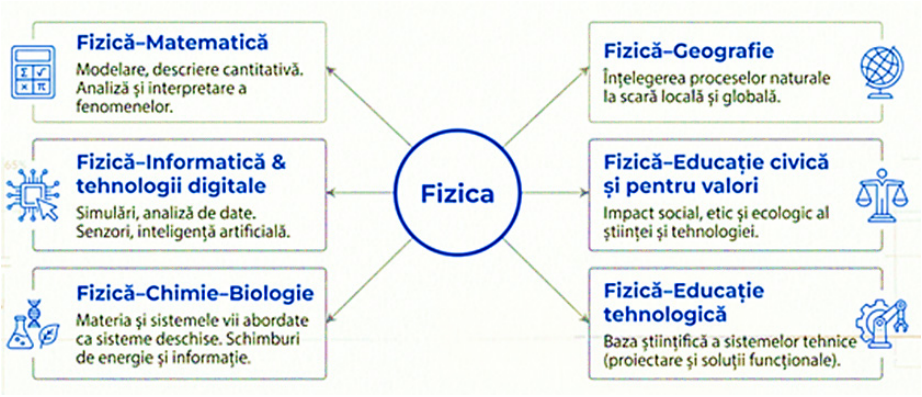


Figura 2. Conexiunile fizicii cu alte discipline

Această abordare contribuie la creșterea relevanței educației și la pregătirea elevilor pentru societatea contemporană.

Relevanța socială și educațională a curriculumului

Curriculumul la disciplina Fizică. Astronomie este orientat spre aplicarea cunoștințelor în contexte reale. Această orientare contribuie la creșterea relevanței disciplinei și la dezvoltarea competențelor necesare în viața cotidiană.

Elevii învață să utilizeze cunoștințele pentru a analiza fenomene naturale și tehnologice și pentru a lua decizii informate.

Această abordare contribuie la dezvoltarea culturii științifice și la formarea unei atitudini responsabile. Curriculumul contribuie, de asemenea, la dezvoltarea competențelor necesare pentru integrarea în societatea bazată pe cunoaștere.

Impactul curriculumului asupra formării elevilor

Implementarea noului curriculum are un impact semnificativ asupra procesului educațional și asupra formării elevilor.

Curriculumul contribuie la dezvoltarea:

– gândirii științifice,
– competenței de investigare,
– competenței de modelare,
– competențelor pragmatice,
– competențelor de comunicare.

Aceste competențe sunt esențiale pentru dezvoltarea personală și profesională. Curriculumul contribuie, de asemenea, la dezvoltarea alfabetizării științifice, considerată o competență fundamentală a cetățeanului contemporan.

Concluzii. Analiza concepției curriculumului la disciplina Fizică. Astronomie evidențiază caracterul său modern și coerent. Curriculumul reflectă orientările contemporane în educație și este aliniat cu cerințele societății moderne. Fundamentele epistemologice și valorice asigură coerența conceptuală, iar structura competențială contribuie la dezvoltarea competențelor necesare elevilor. Curriculumul promovează dezvoltarea gândirii științifice și contribuie la formarea culturii științifice. Implementarea sa contribuie la creșterea calității educației și la formarea unui profil al absolventului adaptat cerințelor contemporane.

BIBLIOGRAFIE

1. Concepția disciplinei Fizică. Astronomie. Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova. Proiect, 2026. Disponibil pe: https://drive.google.com/file/d/1IR8-8kuyAIH-tXKSnOhS4-6CjOHAfZTDi/view
2. Concepția a învățământului preuniversitar de fizică în Republica Moldova. În: Făclia. Cotidian de cultură pedagogică, 06.10.1996.
3. Concepția Dezvoltării Curriculumului Școlar. 2024. Disponibil pe: https://mecc.gov.md/sites/default/files/last_version_copy_compressed_1_0_0.pdf
4. Cadrul de referință al Curriculumului Național. MEC, 2025. Disponibil pe: https://mecc.gov.md/sites/default/files/crcn_aprobat.pdf
5. European Commission. Key Competences for Lifelong Learning, 2018. Disponibil pe: https://www.eursc.eu/BasicTexts/2018-09-D-69-en-2.pdf

INTEGRAREA TEHNOLOGIILOR MULTIMEDIA ÎN EDUCAȚIA DIGITALĂ: FUNDAMENTE PEDAGOGICE ȘI APLICAȚII DIDACTICE[1]

INTEGRATING MULTIMEDIA TECHNOLOGIES IN DIGITAL EDUCATION: PEDAGOGICAL FOUNDATIONS AND DIDACTIC APPLICATIONS

Tatiana CHIRIAC, conf. univ., dr.,
UPS „Ion Creangă" din Chișinău
Ilina CHIRIAC, studentă, anul III,
Universitatea „Alexandru Ioan Cuza" din Iași

Tatiana CHIRIAC, PhD, Associate Professor,
"Ion Creanga" SPU of Chisinau
ORCID: 0000-0002-6122-1937
e-mail: chiriac.tatiana@upsc.md
Ilina CHIRIAC, student, 3rd year,
"Alexandru Ioan Cuza" University of Iași
ORCID: 0009-0009-5109-9219
e-mail: ilina.chiriac@yahoo.com

CZU: 37.091:004.9
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p18-30

Abstract. This work analyzes the pedagogical foundations and didactic applications of multimedia technologies in digital education, synthesizing theoretical frameworks such as the Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML), Cognitive Load Theory (CLT), and the extended perspective of 4E Cognition (embodied, embedded, enactive, extended). Through case studies in STEM education, like virtual reality in science and anatomy, interactive applications in mathematics (GeoGebra, Desmos), and astronomical platforms (Stellarium, WorldWide Telescope), the paper highlights the transformative potential of multimedia in teaching, learning, and assessment, while also addressing challenges such as cognitive overload and unequal access to technology. In response, the PED-Multimedia Model is proposed as an integrative framework, complemented by the TPACK model. The findings emphasize that the successful integration of multimedia depends on pedagogical intentionality and the professional development of educators, opening future research directions concerning the validation of these models and the responsible integration of generative artificial intelligence.

Keywords: multimedia technologies, digital education, Cognitive Theory of Multimedia Learning, Dual Coding Theory, 4E Cognition paradigm, experiential learning, PED-Multimedia Model, TPACK framework.

Introducere

Transformările generate de digitalizare influențează profund sistemele educaționale contemporane, determinând instituțiile de învățământ să își adapteze practicile

1 Lucrare realizată 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", codul subprogramului: 040102.

pedagogice, strategiile didactice și resursele de învățare la noile realități tehnologice. Pandemia COVID-19 a acționat ca un catalizator fără precedent al acestei transformări, evidențiind atât potențialul, cât și provocările utilizării tehnologiilor în educație, precum infrastructura inadecvată, lipsa de pregătire a cadrelor didactice sau accesul inegal la tehnologie în rândul elevilor și studenților.

În acest context, *tehnologiile multimedia*, precum materiale video educaționale, resurse audio, simulări interactive, animații, resurse educaționale complexe, aplicații bazate pe realitate augmentată sau realitate virtuală și altele, devin instrumente tot mai prezente în mediile de învățare digitale. Integrarea acestor tehnologii contribuie la diversificarea modalităților de prezentare a conținuturilor, la crearea unor experiențe de învățare mai interactive și la stimularea implicării active a instruiților în procesul de construire a cunoașterii.

Pentru o mai bună înțelegere a cadrului conceptual, este necesară definirea principalilor termeni operaționali. În acord cu UNESCO, *educația digitală* se referă la „utilizarea tehnologiilor și resurselor digitale pentru a facilita procesele de învățare și predare. Această abordare integrează tehnologiile informației și comunicațiilor (TIC) în educație, permițând medii de învățare interactive și flexibile. Educația digitală cuprinde diverse metode, inclusiv cursuri online, săli de clasă virtuale și software educațional". [19] În acest cadru mai larg, tehnologiile multimedia reprezintă instrumente și aplicații care combină diferite tipuri de conținut cum ar fi: text, imagine, sunet, animație, interactivitate pentru a sprijini procesul de predare și învățare. Din punct de vedere conceptual, ele pot fi înțelese ca având două componente fundamentale distincte: pe de o parte, suporturile tehnologice (hardware și software) fac posibilă transmiterea conținuturilor, pe de altă parte, conținuturile propriu-zise – informația și cunoașterea transmise prin aceste instrumente. Utilizarea eficientă a acestor tehnologii este strâns legată de dezvoltarea *alfabetizării digitale*, definită ca „abilitatea utilizatorilor de a accesa, gestiona, înțelege, integra, comunica, evalua și crea informații în siguranță și în mod corespunzător prin intermediul tehnologiilor digitale pentru ocuparea forței de muncă, locuri de muncă decente și antreprenoriat". [5] Aceasta include competențe denumite în mod divers sub denumirea de competențe informatice, competențe TIC, competențe informaționale și competențe media", în acord cu definiția dată de TVETipedia Glossary. [17]

În prezent, multimedia nu mai este un simplu supliment la metodele tradiționale, ci o necesitate pentru a răspunde nevoilor și așteptărilor unei generații de elevi/studenți alfabetizați digital.

Totuși, utilizarea tehnologiei în educație nu garantează automat îmbunătățirea procesului de învățare. Deseori, instrumentele digitale sunt utilizate fără o fundamentare pedagogică adecvată, ceea ce poate genera supraîncărcare cognitivă și procesare superficială, în loc să faciliteze învățarea profundă. Prin urmare, devine necesară o reevaluare a modului în care resursele multimedia sunt proiectate și integrate în educație, astfel încât acestea să sprijine în mod autentic procesele cognitive, colaborarea și dezvoltarea competențelor.

Deși literatura de specialitate evidențiază numeroase beneficii ale utilizării tehnologiilor multimedia în educație, studiile existente tratează frecvent separat dimensiunea teoretică și cea aplicativă. Pe de o parte, există cadre teoretice solide privind procesarea informației și învățarea multimedia, pe de altă parte, numeroase cercetări empirice analizează utilizarea instrumentelor digitale în contexte educaționale diverse. Cu toate acestea, persistă o nevoie de modele integrative care să coreleze în mod sistematic fundamentele pedagogice cu practicile didactice bazate pe multimedia. Inițiative europene, precum proiectul e-DIPLOMA (https://e-diplomaproject.eu/), [5] încearcă să reducă acest decalaj prin integrarea tehnologiilor emergente – realitate augmentată și virtuală, inteligență artificială sau aplicații interactive – în platforme de e-learning. Aceste demersuri evidențiază necesitatea unor cadre conceptuale clare care să ghideze proiectarea și implementarea eficientă a resurselor multimedia în educație.

Pornind de la aceste premise, scopul studiului este de a analiza fundamentele teoretice și aplicațiile didactice ale multimedia și de a propune un cadru integrativ pentru proiectarea eficientă a resurselor multimedia în educația digitală. În acest sens, demersul științific urmărește:

– *Analiza principalelor teorii cognitive ale învățării multimedia și evidențierea modului în care paradigma „4E Cognition" le extinde prin integrarea dimensiunilor corporale, acționale și contextuale ale învățării;*
– *Identificarea aplicațiilor didactice ale tehnologiilor multimedia în funcție de rolul lor pedagogic;*
– *Elaborarea unui model conceptual care să transforme principiile teoretice în orientări practice pentru proiectarea didactică.*

În concordanță cu aceste obiective, articolul oferă o perspectivă integratoare asupra rolului tehnologiilor multimedia în educația digitală și asupra potențialului lor de a genera experiențe de învățare mai eficiente, interactive și adaptate cerințelor societății contemporane

Fundamentele pedagogice ale integrării multimedia

Importanța integrării tehnologiilor multimedia în educație derivă din capacitatea acestora de a reconfigura modul de proiectare și desfășurare a activităților didactice, susținând procesele de înțelegere, memorare și transfer al cunoștințelor în contexte variate de învățare.

Cea mai relevantă perspectivă în acest domeniu este *teoria cognitivă a învățării multimedia* (Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML)), elaborată de cercetătorul Richard E. Mayer (2024). [10] Aceasta evidențiază că integrarea echilibrată a elementelor vizuale și verbale, însoțită de o organizare clară a informațiilor, poate facilita înțelegerea și construirea semnificației în procesul de învățare. Teoria se bazează pe trei idei fundamentale:

În primul rând, *oamenii procesează informațiile prin două canale principale*: unul vizual (pentru imagini, grafice, animații) și unul auditiv/verbal (pentru cuvinte și sunete). Acest principiu este cunoscut drept „principiul multimedia", conform căruia cursanții învață mai eficient atunci când informația este prezentată prin combinația dintre imagini și cuvinte, decât doar prin cuvinte.

În al doilea rând, *fiecare canal de procesare are o capacitate limitată*. Creierul uman nu poate procesa simultan un volum foarte mare de informații, motiv pentru care învățarea eficientă presupune prezentarea conținutului într-o formă clară și bine structurată.

În al treilea rând, *învățarea este un proces activ*. Cursanții nu numai că recepționează informațiile, dar și le selectează, organizează și integrează în structuri mentale, corelând noile cunoștințe cu cele deja existente.

Pe baza acestor ipoteze, R. E. Mayer și L. Fiorella (2022) formulează *principiul multimedia*, conform căruia învățarea este mai eficientă atunci când informația este prezentată prin combinarea imaginilor cu cuvintele, decât exclusiv verbal. [11]

O altă perspectivă importantă este *teoria codării duale* (Dual Coding Theory), elaborată de psihologul Allan Paivio, cu referire la P. Main (2021). [9] Aceasta explică modul în care informația este procesată și stocată în memorie prin intermediul a două sisteme cognitive distincte: *sistemul verbal* responsabil de procesarea și memorarea informațiilor lingvistice (cuvinte, propoziții) și *sistemul non-verbal sau imagistic*, care procesează informațiile vizuale și senzoriale (sunete, reprezentări vizuale). Conform acestei teorii, atunci când informația este prezentată simultan în formă verbală și vizuală, se creează două reprezentări mentale separate, dar interconectate, ceea ce facilitează învățarea.

Integrarea multimedia în educație poate fi explicată și prin prisma *constructivismului*, asociat cu lucrările lui Jean Piaget și Lev Vygotsky, în interpretarea recentă a autorului S. Chand (2024). [3] Conform acestei perspective, învățarea nu reprezintă o simplă transmitere de informații, ci un proces activ de construire a cunoașterii. Resursele multimedia pot crea contexte interactive de explorare, experimentare și rezolvare de probleme, stimulând implicarea activă a elevilor. De exemplu, simulările digitale sau aplicațiile interactive permit cursanților să observe fenomene, să formuleze ipoteze și să testeze idei, facilitând astfel învățarea prin descoperire.

De asemenea, utilizarea multimedia este susținută de *teoria încărcării cognitive* (Cognitive Load Theory), elaborată de John Sweller prin abordarea propusă în lucrarea lui P. Kirschner (2002). [6] Aceasta explică modul în care limitările memoriei de lucru influențează procesul de învățare și evidențiază importanța unui design instrucțional eficient, în special în cazul materialelor multimedia, pentru a preveni supraîncărcarea cognitivă.

În continuarea fundamentelor teoretice prezentate, *paradigma „4E Cognition*" extinde perspectiva cognitivă clasică, deplasând accentul de la procesarea internă a informației către interacțiunea dinamică dintre individ, corp și mediul de învățare. Această perspectivă evidențiază rolul acțiunii, al experienței corporale și al contextului în construirea cunoașterii, conform autorului A. Cameron (2025) [2].

Cercetările recente definesc cogniția ca fiind *întrupată* (embodied), *situată* în mediu (embedded), *extinsă* prin instrumente (extended) și *enactivă / emergentă prin interacțiune* (enactive), subliniind caracterul integrat și emergent al proceselor cognitive. Astfel, învățarea este rezultatul interdependenței dintre experiența corporală, contextul activității și mediile tehnologice utilizate.

Din această perspectivă, în opinia Van Merriënboer (1999), tehnologiile multimedia nu mai pot fi privite doar ca simple mijloace de prezentare a informației, ci și ca medii cognitive active care sprijină construirea cunoașterii prin explorare, manipulare și interacțiune [20]. De exemplu, aplicațiile bazate pe simulări interactive, realitate augmentată sau realitate virtuală permit cursanților să experimenteze concepte abstracte într-un mod vizual și dinamic, facilitând implicarea atât cognitivă, cât și senzorio-motorie în procesul de învățare.

Grupul de autori Gr. Mcgowin, S. Fiore, K. Oden (2023), specifică că paradigma 4E Cognition poate fi înțeleasă ca un proces continuu în transformare, în care dimensiunile cognitivului – întrupat, enactiv, situat și extins – nu funcționează izolat sau binar, ci coexistă pe un continuum, manifestându-se gradual, în funcție de nivelul de implicare a corpului, acțiunii și mediului. [12] În acest cadru, cogniția apare ca rezultat al interacțiunii dintre creier, corp și mediu, fiecare componentă influențând și modelând procesele de învățare. În special în contexte de tip realitate virtuală imersivă, aceste dimensiuni se interconectează pentru a susține experiențe de învățare mai bogate: de la simpla percepție a unui corp virtual (întrupare), la acțiunea orientată spre scop (enacțiune), integrarea indiciilor contextuale (situare) și utilizarea mediului ca extensie a gândirii (extindere). Figura 1 ilustrează această interdependență continuă dintre creier, corp și mediu, evidențiind caracterul integrat și emergent al cogniției în învățarea mediată tehnologic.

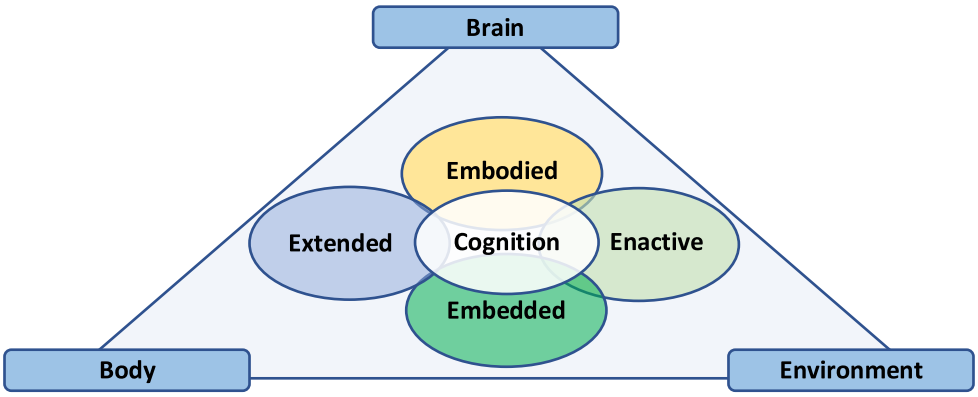


Figura 1. Conexiunile dintre elementele cogniției și interacțiunea lor dintre creier, corp și mediu (după McGowin *et al.*)

Sintetizând, putem evidenția că:

– *Cogniția întrupată* evidențiază rolul corpului și al experiențelor senzorio-motorii în învățare.

– *Cogniția enactivă* subliniază construirea cunoașterii prin acțiune și interacțiune orientată spre scop.
– *Cogniția situată* evidențiază influența contextului fizic, social și cultural asupra învățării.
– *Cogniția extinsă* arată că tehnologiile și instrumentele pot deveni extensii ale sistemului cognitiv.

Este important de subliniat că paradigma 4E Cognition nu este complet separată de teoriile educaționale consacrate. Dimpotrivă, cercetările recente evidențiază conexiuni profunde între această paradigmă și ***învățarea experiențială***, dezvoltată de David Kolb (1984). [7] Conform lui Lebert și Vilarroya (2024), integrarea perspectivelor oferite de învățarea experiențială și paradigma 4E Cognition poate oferi o înțelegere mai bogată și holistică a proceselor de reprezentare mentală și a mecanismelor învățării. [8]

Învățarea experiențială reprezintă o abordare centrată pe implicarea activă a cursantului, în contrast cu modelele tradiționale care îl consideră un receptor pasiv al informației. Această abordare consideră că experiența individuală este esențială pentru dobândirea cunoștințelor și dezvoltarea competențelor în opinia autorului M. E. Vlaicu-Popa (2009) [22]. David Kolb (1984) definește învățarea experiențială ca un ciclu format din patru etape [7]:

1. *Experiența concretă* – implicarea directă în activități practice și situații reale.
2. *Observația și reflecția* – analizarea experienței trăite, identificarea elementelor relevante și înțelegerea consecințelor acțiunilor.
3. *Conceptualizarea abstractă* – formularea de concepte, generalizări și teorii pornind de la experiență și observație.
4. *Experimentarea activă* – aplicarea ipotezelor și conceptelor noi în contexte noi, generând astfel noi experiențe.

Paradigma 4E Cognition oferă fundamente teoretice solide pentru proiectarea experiențelor de învățare care integrează tehnologii emergente precum realitatea augmentată (AR), realitatea virtuală (VR) sau realitatea mixtă (XR). Aceste tehnologii permit crearea unor medii de învățare care valorifică simultan toate cele patru dimensiuni ale cogniției. Astfel, dacă teoriile lui R. E. Mayer și J. Sweller oferă principii pentru optimizarea procesării informației, paradigma 4E Cognition extinde această perspectivă, evidențiind că învățarea profundă nu se reduce la procesarea eficientă a informației, ci implică interacțiune activă, corporală și contextualizată cu mediul educațional.

Integrarea tehnologiilor multimedia în educația STEM: aplicații și studii de caz

Integrarea tehnologiilor multimedia în procesul educațional se realizează printr-o varietate de strategii didactice care vizează optimizarea activităților de preda-

re-învățare-evaluare. Aceste aplicații valorifică principiile teoriei cognitive a învățării multimedia, ale constructivismului și ale paradigmei 4E Cognition, facilitând dezvoltarea unor experiențe de învățare interactive, contextualizate și centrate pe cursant. Din perspectiva noastră, instrumentele multimedia cresc implicarea, motivația și performanțele academice ale studenților, contribuind totodată la dezvoltarea creativității, a competențelor digitale și a capacității de învățare autonomă.

În activitatea de predare, tehnologiile multimedia pot fi utilizate pentru prezentarea conținuturilor prin combinații de elemente vizuale, auditive și interactive, contribuind la clarificarea conceptelor și la reducerea încărcării cognitive. De exemplu, utilizarea animațiilor, simulărilor sau a realității augmentate permite explicarea fenomenelor complexe într-un mod accesibil și intuitiv.

În procesul de învățare, resursele multimedia sprijină implicarea activă a cursanților prin explorare, experimentare și rezolvare de probleme. Platformele interactive, laboratoarele virtuale sau aplicațiile bazate pe realitate virtuală facilitează învățarea prin acțiune și experiență directă, în concordanță cu principiile cogniției enactive și ale învățării experiențiale, după cum subliniază cercetătorii E. Staneviciene și G. Žekienė (2025). [16] În prezent, realitatea virtuală și realitatea augmentată se află în fruntea transformării educaționale, oferind experiențe care extind mediile tradiționale de clasă și dovedindu-se deosebit de eficiente în discipline care necesită conștientizare spațială, învățare vizuală și abilități practice.

În evaluare, tehnologiile multimedia permit diversificarea metodelor de apreciere a performanțelor, prin utilizarea testelor interactive, portofoliilor digitale, proiectelor multimedia sau a sistemelor de feedback automatizat. Aceste instrumente pot susține evaluarea formativă și personalizată, oferind informații relevante despre progresul cursanților.

Un exemplu relevant îl constituie utilizarea realității virtuale în predarea științelor. Un studiu recent realizat pe elevi de clasa a patra a investigat utilizarea aplicației „Science Coaster" pentru predarea unității „Crusta Pământului și Mișcările Planetei Noastre" investigat în lucrarea lui F. Özer și I. Şimşek, (2025). [15] Rezultatele au indicat o creștere semnificativă a performanțelor academice și îmbunătățiri ale motivației elevilor, aceștia percepând experiența VR ca fiind plăcută, instructivă, imersivă, realistă și motivantă. În învățământul superior, Universitatea de Stat din Colorado a implementat un laborator de realitate virtuală pentru predarea anatomiei, unde studenții pot explora structuri anatomice tridimensionale în detaliu. Tehnologia a fost extinsă către licee, permițând elevilor să învețe anatomia umană prin conexiuni VR cu mentorii de la universitate, demonstrând că realitatea virtuală poate face „distanța irelevantă" [14].

În domeniul matematicii, aplicațiile interactive precum *GeoGebra* și *Desmos* permit investigarea relațiilor geometrice sau funcționale prin manipularea directă a obiectelor digitale, facilitând înțelegerea conceptelor abstracte prin reprezentări vizuale dinamice. În acord cu cercetarea realizată de D. Velichová (2011), programul *GeoGebra*, dezvoltat de Markus Hohenwarter, servește multiple scopuri în educația matematică: demonstrație și vizualizare, asistență în construcții, explorare și desco-

perire matematică, autoring de materiale didactice și chiar verificarea soluțiilor problemelor matematice [21].

Un studiu recent realizat de B. Chechan, E. Ampadu și A. Pears (2023) a investigat efectul utilizării aplicației *Desmos* asupra învățării funcțiilor matematice de către elevii de liceu. [4] Cercetarea, desfășurată pe 98 de elevi dintr-o școală secundară superioară din Suedia, a utilizat un design mixt, combinând teste (pre- și post-intervenție) cu chestionare de opinie. Rezultatele au arătat că, deși ambele grupuri (experimental și de control) au înregistrat progrese, elevii care au folosit *Desmos* au avut o îmbunătățire semnificativă statistic a performanțelor, în special în ceea ce privește înțelegerea conceptuală, abilitățile de analiză și gândirea creativă. Datele calitative au evidențiat că majoritatea elevilor au evidențiat efectul pozitiv al aplicației *Desmos* asupra înțelegerii generale a conceptului de funcție, și, mai ales, asupra posibilității de a-și *verifica răspunsurile prin vizualizare* – un proces dificil de realizat folosind doar hârtia și creionul. [ib.]

În domeniul astronomiei, tehnologiile multimedia oferă soluții inovatoare pentru a depăși dificultățile specifice acestei discipline: observarea limitată a cerului nocturn din cauza poluării luminoase, abstractizarea fenomenelor cerești și imposibilitatea explorării directe a obiectelor cosmice. *Stellarium*, un planetariu open-source disponibil atât ca aplicație desktop, cât și în versiune web (https://stellarium-labs.com/stellarium-web/), permite vizualizarea cerului înstelat în timp real, din orice locație geografică și în orice moment istoric. De asemenea, platforma *OER Commons* (https://oercommons.org/) pune la dispoziție colecția „Distant Nature: Astronomy Exercises", un set de exerciții de astronomie concepute pentru a fi utilizate împreună cu *Stellarium*, acoperind teme precum coordonatele cerești, mișcarea orbitală a Pământului, fazele Lunii, orbitele planetelor și legea a treia a lui Kepler, realizate de cercetătorul S. Tuttle [18].

O altă resursă valoroasă este *WorldWide Telescope* (https://worldwidetelescope.org/home/), o platformă de vizualizare a datelor astronomice, care integrează imagini de la cele mai importante telescoape terestre și spațiale. După cum subliniază grupul de autori M. Ali et al. (2011), o contribuție semnificativă a acestei platforme constă în fuzionarea capabilităților de procesare a fluxurilor de date din *Microsoft StreamInsight* cu capacitățile avansate de vizualizare ale *WorldWide Telescope* [1]. Prin această fuziune între procesarea eficientă a datelor în flux și vizualizarea interactivă, *WorldWide Telescope* devine nu doar un instrument de explorare a cosmosului, ci și o platformă puternică pentru analiza fenomenelor geospațiale dinamice, demonstrând potențialul multimedia de a integra date complexe în timp real într-o experiență vizuală coerentă și accesibilă.

Dincolo de aplicațiile dedicate unor discipline specifice, tehnologiile multimedia pot fi integrate și în abordări didactice transversale, precum *învățarea prin proiect*. Scenariile didactice bazate pe această metodă pot integra instrumente multimedia pentru realizarea de produse digitale (prezentări, videoclipuri, simulări), stimulând creativitatea, colaborarea și gândirea critică. În acest context, cursanții devin pro-

ducători de conținut, nu doar consumatori, ceea ce reflectă dimensiunea extinsă a cogniției.

Astfel, diversitatea aplicațiilor prezentate evidențiază potențialul considerabil al tehnologiilor multimedia de a transforma procesele de predare, învățare și evaluare. Aceste exemple concrete demonstrează modul în care fundamentele pedagogice pot fi transpuse în practici didactice eficiente, pregătind terenul pentru o analiză atentă atât a beneficiilor, cât și a provocărilor inerente unei astfel de integrări.

Cu toate acestea, implementarea tehnologiilor multimedia poate întâmpina și anumite limite. Printre acestea se numără riscul supraîncărcării cognitive în cazul unui design neadecvat, dependența de infrastructura tehnologică, necesitatea formării cadrelor didactice pentru utilizarea eficientă a acestor instrumente, precum și posibile inegalități de acces la resurse digitale. În acest context, integrarea eficientă a tehnologiilor multimedia presupune nu doar adoptarea unor instrumente inovatoare, ci și fundamentarea acestora pe principii pedagogice solide, care să asigure echilibrul între dimensiunea tehnologică și cea educațională.

Implicații pentru practica educațională

Integrarea tehnologiilor multimedia în educația digitală nu este doar o problemă de echipamente sau software, ci și una profund pedagogică. Conform analizei din secțiunile anterioare, succesul nu vine din simpla folosire a unui instrument nou, ci din felul în care acesta este gândit și integrat în activitățile de învățare.

Pentru o valorificare autentică a tehnologiilor multimedia, demersul didactic trebuie să pornească nu de la întrebarea „ce instrumente sunt disponibile?", ci de la o analiză atentă a obiectivelor de învățare și a dificultăților specifice întâmpinate de cursanți. Cu alte cuvinte, selecția și proiectarea resurselor multimedia trebuie să fie conduse de nevoile pedagogice, nu de atractivitatea tehnologică a instrumentelor.

Alegerea instrumentului digital adecvat este astfel determinată de natura conținutului și de obstacolele epistemologice specifice disciplinei. În cazul conceptelor matematice abstracte, precum funcțiile, aplicațiile de tip *Desmos* sau *GeoGebra* se dovedesc deosebit de utile, întrucât facilitează trecerea de la reprezentarea algebrică la cea grafică, permițând cursanților să manipuleze parametri și să observe în timp real efectele modificărilor asupra reprezentării vizuale. În contextul disciplinelor științifice, unde anumite fenomene sunt inaccesibile din cauza limitărilor spațiale, temporale sau de siguranță, cum ar fi erupțiile vulcanice sau mișcarea corpurilor cerești, realitatea virtuală și simulările interactive oferă alternative experiențiale care suplinesc imposibilitatea explorării directe.

Un aspect fundamental în integrarea tehnologiilor multimedia îl reprezintă modul în care aceste resurse sunt concepute din perspectiva teoriei cognitive a învățării multimedia a lui R. Mayer [10], conform căreia procesarea informației de către instruiți este supusă unor limite structurale, iar prezentarea excesivă a unor elemente vizuale sau auditive irelevante poate genera o suprasolicitare cognitivă, cu efecte contrare obiectivelor de învățare. Aceste principii nu numai că vizează aspectul estetic al

resursei, dar și reflectă o preocupare explicită pentru optimizarea proceselor cognitive ale celui care învață.

Utilizarea eficientă a tehnologiilor multimedia implică însă mai mult decât stăpânirea aspectelor tehnice de operare a instrumentelor. Cadrele didactice au nevoie să își dezvolte competențe avansate de design instrucțional, capacitatea de a evalua critic resursele digitale și flexibilitatea de a le adapta la specificul grupelor de cursanți. Aceste competențe se construiesc progresiv, prin intermediul formării profesionale continue, al schimburilor de bune practici între colegi și al participării la comunități de practică.

Un alt aspect esențial îl reprezintă trecerea de la o viziune a cursantului ca simplu „consumator de conținut" la o viziune a acestuia ca „producător activ de resurse multimedia". Încurajarea elevilor sau studenților de a realiza propriile prezentări interactive, materiale video explicative sau tururi virtuale contribuie la construirea activă a cunoștințelor și la dezvoltarea unor competențe transversale esențiale.

Nu în ultimul rând, proiectarea resurselor multimedia trebuie să răspundă cerințelor de accesibilitate universală. O resursă își demonstrează valoarea pedagogică în măsura în care poate fi utilizată de toți cursanții, indiferent de eventuale deficiențe senzoriale sau de contextul socio-economic și de infrastructura tehnică disponibilă. Furnizarea de alternative pentru conținutul vizual (descrieri audio), pentru cel auditiv (transcrieri) și selecția unor platforme compatibile cu o gamă variată de dispozitive și conexiuni reprezintă nu simple opțiuni suplimentare, ci condiții esențiale pentru asigurarea echității în educația digitală.

Pentru a sprijini cadrele didactice în proiectarea și implementarea resurselor multimedia eficiente, propunem *Modelul PED-Multimedia* (Pedagogical-Ergonomic-Dynamic Multimedia Integration Framework), structurat în jurul a trei dimensiuni fundamentale (figura 2).

1. **Dimensiunea pedagogică** reia întrebările esențiale ale oricărui demers educațional: Care sunt obiectivele de învățare vizate? Cum pot fi stimulate procesele cognitive active, dincolo de simpla receptare pasivă a informațiilor? În ce măsură combinarea canalelor vizuale, auditive și kinestezice poate facilita înțelegerea? Aceste întrebări orientează selecția și proiectarea resurselor în funcție de finalitățile pedagogice asumate.
2. **Dimensiunea ergonomică** subliniază necesitatea ca resursele multimedia să fie intuitive și să nu impună cursanților un efort suplimentar legat de operarea tehnică. Prin aceasta se impune simplificarea interfețelor, eliminarea elementelor vizuale care nu contribuie direct la înțelegerea conținutului și asigurarea accesibilității pentru toți utilizatorii, inclusiv pentru cei cu dizabilități.
3. **Dimensiunea dinamică** se concentrează asupra calității interacțiunii dintre cursant și resursa multimedia. O resursă bine concepută nu se reduce la un suport static de vizualizare, ci constituie un mediu de explorare activă. Cursantul trebuie să poată controla ritmul propriu de învățare, să modifice parametri și să observe efectele în timp real, să primească feedback care să îl ajute în înțelegerea conținutului și să colaboreze cu alți cursanți. Această dimensiune transformă resursa dintr-un instrument pasiv într-un mediu de învățare autentic.

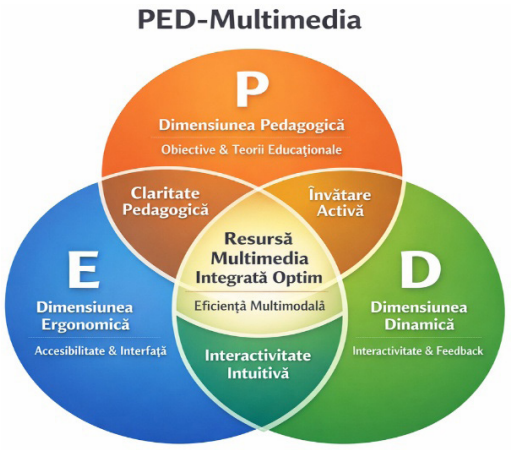


Figura 2. Modelul PED-Multimedia pentru proiectarea resurselor multimedia
(sursa: elaborat de autor; vizualizare generată cu instrumente de inteligență artificială)

Modelul ilustrează interdependența celor trei dimensiuni, fiecare având un rol complementar: dimensiunea pedagogică fundamentează resursa în teoriile cognitive și în obiectivele educaționale; dimensiunea ergonomică asigură accesibilitatea și intuitivitatea; dimensiunea dinamică conferă interactivitate, feedback și adaptabilitate.

Intersecțiile dintre acestea generează calități suplimentare: *coerență /claritate pedagogică* ($P \cap E$), *interactivitate intuitivă* ($E \cap D$) și *învățare activă* ($P \cap D$). Zona centrală ($P \cap E \cap D$) reprezintă sinteza optima: o resursă multimedia integrată care valorifică simultan rigoarea pedagogică, accesibilitatea ergonomică și potențialul dinamic al tehnologiei.

O perspectivă complementară asupra integrării tehnologiilor multimedia este oferită de cadrul TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge), dezvoltat de P. Mishra și M. Koehler (2006). [13] Conform acestui model, competența profesională a cadrului didactic se construiește la intersecția a trei tipuri de cunoaștere: *cunoașterea profundă a disciplinei predate* (Content Knowledge), *cunoașterea strategiilor și metodelor didactice* (Pedagogical Knowledge) și *cunoașterea instrumentelor tehnologice disponibile* (Technological Knowledge).

Modele precum PED-Multimedia și TPACK nu trebuie înțelese ca sabloane normative, ci ca instrumente euristice care ghidează gândirea și deciziile cadrelor didactice în acest domeniu complex. În acest context, rămâne valabilă convingerea că tehnologia constituie doar o unealtă. Ceea ce conferă sens și eficacitate utilizării acesteia în educație este intenționalitatea pedagogică, capacitatea de a o integra într-un demers coerent și, nu în ultimul rând, angajamentul uman față de cei care învață.

Concluzii. Integrarea eficientă a tehnologiilor multimedia în educația digitală nu depinde de nivelul tehnologic, ci de fundamentarea pedagogică solidă a demersului didactic. Teoriile cognitive clasice (CTML, CLT, codarea duală) oferă principii esențiale pentru optimizarea procesării informației, în timp ce paradigma 4E Cognition extinde această perspectivă, subliniind că învățarea profundă rezultă din interacțiunea activă, situată și contextualizată a cursantului cu mediul de învățare. Studiile

de caz din domeniul STEM validează potențialul transformator al acestor tehnologii, de la realitatea virtuală imersivă la aplicațiile matematice interactive, demonstrând creșteri semnificative ale motivației și performanțelor academice.

În același timp, integrarea acestor tehnologii aduce și provocări relevante, precum riscul supraîncărcării cognitive, și necesitatea dezvoltării competențelor digitale ale cadrelor didactice. În acest context, modelele PED-Multimedia și TPACK oferă cadre operaționale pentru proiectarea și implementarea resurselor digitale într-o manieră coerentă și integrată. Succesul integrării multimedia depinde astfel de intenția pedagogică și de dezvoltarea profesională continuă a profesorilor.

BIBLIOGRAFIE

1. ALI, M.; CHANDRAMOULI, B.; FAY, J.; WONG, C.; DRUCKER, S.; RAMAN, B. (2011). Online Visualization of Geospatial Stream Data using the WorldWide Telescope. PVLDB. 4. 1379-1382. 10.14778/3402755.3402775. Disponibil: https://www.researchgate.net/publication/220538610_Online_Visualization_of_Geospatial_Stream_Data_using_the_WorldWide_Telescope. [accesat 2026-03-02].
2. CAMERON, A. (2025). What is 4E cognitive science? Phenom Cogn Sci. https://doi.org/10.1007/s11097-025-10055-w. Disponibil: https://link.springer.com/article/10.1007/s11097-025-10055-w#data-availability [accesat 2026-03-02].
3. CHAND, S. (2024). Constructivism in Education: Exploring the Contributions of Piaget, Vygotsky, and Bruner. International Journal of Science and Research (IJSR). 12. 274-278. 10.21275/SR23630021800. Disponibil: https://www.researchgate.net/publication/378071316_Constructivism_in_EducationExploring_the_Contributions_of_Piaget_Vygotsky_and_Bruner [accesat 2026-03-03].
4. CHECHAN, B., AMPADU, E., PEARS, A. Effect of using Desmos on high school students' understanding and learning of functions. Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 2023, 19(10), Article em2331. https://doi.org/10.29333/ejmste/13540 Disponibil: https://www.ejmste.com/download/effect-of-using-desmos-on-high-school-students-understanding-and-learning-of-functions-13540.pdf [accesat 2026-03-12].
5. EU COMMISSION: European Education Area. Planul de acțiune pentru educația digitală: contextul politic. Disponibil: https://education.ec.europa.eu/ro/focus-topics/digital-education/plan [accesat 2026-02-24].
6. KIRSCHNER, P. (2002). Cognitive load theory: Implications of cognitive load theory on the design of learning. Learning and Instruction. 12. 1-10. 10.1016/S0959-4752(01)00014-7. Disponibil: https://www.researchgate.net/publication/222830815_Cognitive_load_theory_Implications_of_cognitive_load_theory_on_the_design_of_learning [accesat 2026-02-26].
7. KOLB, D. Experiential Learning: Experience As The Source Of Learning And Development. 1984. Disponibil: https://www.researchgate.net/publication/235701029_Experiential_Learning_Experience_As_The_Source_Of_Learning_And_Development [accesat 2026-03-03].
8. LEBERT A, VILARROYA Ó. The links between experiential learning and 4E cognition. Ann N Y Acad Sci. 2024 Nov; 1541(1):37-52. doi: 10.1111/nyas.15238. Epub 2024 Oct 9. PMID: 39383206; PMCID: PMC11580775. Disponibil: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11580775/ [accesat 2026-02-28].
9. MAIN, P. Dual coding: A teacher's guide. 202. Disponibil: https://www.structural-learning.com/post/dual-coding-a-teachers-guide [accesat 2026-02-28].

10. MAYER, R. E. The Past, Present, and Future of the Cognitive Theory of Multimedia Learning. Educational Psychology Review, 2024, 36(1), 8. Disponibil: https://link.springer.com/article/10.1007/s10648-023-09842-1 [accesat 2026-02-27].
11. MAYER, R. & FIORELLA, L. (2022). Introduction to Multimedia Learning. 10.1017/9781108894333.003. Disponibil: https://www.researchgate.net/publication/359588421_Introduction_to_Multimedia_Learning [accesat 2026-02-28].
12. MCGOWIN, GR. & FIORE, S. & ODEN, K. (2023). Towards a Theory of Learning in Immersive Virtual Reality: Designing Learning Affordances with Embodied, Enactive, Embedded, and Extended Cognition. Disponibil: https://www.researchgate.net/publication/373389098_Towards_a_Theory_of_Learning_in_Immersive_Virtual_Reality_Designing_Learning_Affordances_with_Embodied_Enactive_Embedded_and_Extended_Cognition . [accesat 2026-03-02].
13. MISHRA, P., & KOEHLER, M. J. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. Teachers College Record, 2006, 108(6), 1017–1054. https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x. Disponibil: https://rediie.cl/wp-content/uploads/Mishra-Koehler.pdf [accesat 2026-03-14].
14. OUTCALT, C.; WARD, B. Virtual anatomy. Pairing CSU students, high schoolers and virtual reality to teach biomedical sciences. 2025. Disponibil: https://source.colostate.edu/pairing-csu-students-high-schoolers-and-virtual-reality-to-teach-biomedical-sciences/ [accesat 2026-03-07].
15. ÖZER, F., & ŞIMŞEK, I. The Science Coaster: A virtual reality journey in science education. International Electronic Journal of Elementary Education, 2025, 17(4), 611-627. https://doi.org/10.26822/iejee.2025.403. Disponibil: https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1481638.pdf [accesat 2026-03-10].
16. STANEVICIENE, E., & ŽEKIENĖ, G. (2025). The Use of Multimedia in the Teaching and Learning Process of Higher Education: A Systematic Review. Sustainability, 17(19), 8859. https://doi.org/10.3390/su17198859. Disponibil: https://www.mdpi.com/2071-1050/17/19/8859 [accesat 2026-03-10].
17. The UNESCO-UNEVOC International Centre. TVETipedia Glossary. Digital Literacy. Disponibil: https://pce.sandiego.edu/digital-literacy/) [accesat 2026-02-27].
18. TUTTLE, S. Distant Nature: Astronomy Exercises. OER Commons. Institute for the Study of Knowledge Management in Education, 08 Dec. 2016. Web. 20 Mar. 2026. Disponibil: https://oercommons.org/authoring/17181-distant-nature-astronomy-exercises [accesat 2026-03-12].
19. UNESCO. Digital education. Disponibil: https://www.unesco.org/en/query-list/d/digital-learning [accesat 2026-02-26].
20. VAN MERRIËNBOER, J. J. (1999). Cognition and Multimedia Design for Complex Learning. Inaugural address, Open University of the Netherlands, The Netherlands. Disponibil: https://www.researchgate.net/publication/254894750_Cognition_and_multimedia_design_for_complex_learning_Inaugural_address [accesat 2026-03-03].
21. VELICHOVÁ, D. (2011). Interactive Maths with GeoGebra. Special Focus Paper. Slovak University of Technology, Bratislava, Slovakia. doi:10.3991/ijet.v6iS1.1620. Disponibil: https://www.learntechlib.org/p/45269/article_45269.pdf [accesat 2026-03-10].
22. VLAICU-POPA, M. E. Educația bazată pe experiență. În: Analele Universității "Constantin Brâncuși" din Târgu Jiu. Seria Științe ale Educației, Nr. 2/2009. Disponibil: https://www.utgjiu.ro/revista/dppd/pdf/2009-02/7_MARIUS_EREMIA_VLAICU_POPA.pdf [accesat 2026-03-03].

O PROBLEMĂ CONSACRATĂ – MODEL DE ABORDARE TRANSDISCIPLINARĂ PENTRU ÎNVĂȚĂMÂNTUL GENERAL

A WELL-ESTABLISHED PROBLEM – A MODEL OF TRANSDISCIPLINARY APPROACH FOR GENERAL EDUCATION

Sergiu MAFTEA, dr.,
Academia „Ștefan cel Mare" a MAI
Alexandra MAFTEA, profesoară de biologie,
IPLT „Nicolae Bălcescu" din Chișinău
Iuliana MAFTEA, studentă,
UPS „Ion Creangă" din Chișinău

Sergiu MAFTEA, PhD,
"Ștefan cel Mare" Academy of the MAI
ORCID: 0000-0003-1096-0665
e-mail: psuplimentar@gmail.com
Alexandra MAFTEA, biology teacher,
IPLT "Nicolae Bălcescu" of Chisinau
e-mail: psuplimentar@gmail.com
Iuliana MAFTEA, student,
"Ion Creanga" SPU of Chisinau

CZU: 373.091.3:57+004+51
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p31-40

Abstract. The article substantiates the necessity of transdisciplinarity in lower secondary education as an imperative for developing 21st-century competencies. It proposes an integrated pedagogical model combining Mathematics, Informatics, and Biology, using Fibonacci's famous rabbit reproduction problem as a case study. From a statistical perspective, 9th-grade students learn to identify the statistical population, unit, and characteristic (quantitative discrete), structuring data into correlated tables for both mature and newborn pairs. Informatics intervenes through algorithmic modeling and data flow visualization, while Biology provides the grounding in reality. Students are guided to compare the idealized mathematical model (zero mortality, early fertility) with real biological data (gestation, longevity, taxonomy). This methodology transforms a simple recursive calculation exercise into a complex research and critical thinking activity. Furthermore, it emphasizes that integrated learning not only facilitates knowledge assimilation but also significantly increases student motivation, allowing them to perceive the unity of the surrounding world through mathematical rigor and digital efficiency. This transdisciplinary approach transforms the digit from an abstract concept into an essential tool for interpreting biological and technological reality.

Keywords: Transdisciplinarity, Mathematical statistics, Fibonacci sequence, Informatics modeling, biological taxonomy.

Transdisciplinaritatea apare nu ca o simplă alternativă pedagogică, ci ca un imperativ necesar pentru formarea cetățenilor și profesioniștilor secolului XXI [8], iar

dificultatea pedagogică generată de creșterea rapidă și masivă a volumului de cunoștințe constă tocmai în dificultatea sistemului educațional de a organiza, selecta și transmite eficient informațiile, precum și de a menține motivația elevilor. Aceste aspecte implică necesitatea adoptării abordărilor integrate pentru a facilita înțelegerea și asimilarea cunoștințelor și, în special, dezvoltarea competențelor practice și intelectuale ale elevilor.

Cadrul de Referință al Curriculumului Național al Republicii Moldova, aprobat prin Ordinul Ministerului Educației și Cercetării nr. 1272 din 23 iulie 2025, definește transdisciplinaritatea drept un concept care depășește granițele disciplinelor școlare, integrând perspective din diverse domenii ale cunoașterii pentru a oferi o înțelegere unitară a realității și, spre deosebire de interdisciplinaritate care combină metode pentru rezolvarea unei probleme, urmărind crearea unei viziuni globale ce transcende disciplinele tradiționale. În același document, competențele transdisciplinare sunt tratate ca finalități coerente ale fiecărei trepte de învățământ, derivate din competențele cheie și transversale, menite să asigure corelarea formării elevilor la nivelul tuturor disciplinelor școlare studiate, conferind fiecărei etape un profil formativ dominant reflectat direct în curricula pe discipline: de la autonomia învățării și atitudinea pozitivă în treapta primară la utilizarea instrumentelor digitale în situații reale și gândirea critică orientată spre autodezvoltare în treapta gimnazială și până la proiectarea conștientă a identității profesionale în treapta liceală. Totodată, documentul respective identifică explicit printre disfuncționalitățile curriculare ce impun schimbare nivelul scăzut de realizare a abordărilor intra-, inter- și transdisciplinare în practica didactică curentă, plasând integrarea metodologică nu ca opțiune, ci ca axă valorică prioritară a noului curriculum, corelată cu sistemul de competențe-cheie și cu axele transdisciplinare reconfigurate în cheia abordărilor cross-curriculare [1].

Așadar, o direcție prioritară în învățământ constă în dezvoltarea la elevi a competenței de a integra cunoștințele din diverse discipline, stimulând gândirea critică și aplicativă, precum și capacitatea de a înțelege global fenomenele studiate, obiectiv ce poate fi realizat prin abordarea transdisciplinară. În acest sens, susținem că abordarea transdisciplinară în cadrul învățământului general contribuie și la creșterea cu adevărat a motivației elevilor pentru studiu. Astfel, se impune abordarea de probleme transdisciplinare, punând un accent deosebit pe relația intrinsecă dintre Matematică, Informatică și Biologie. Prin această abordare, în care informatica oferă viteza și precizia de procesare, statistica matematică oferă analiza evoluției și reprezentarea numerică, iar biologia furnizează contextul real, promovăm o transdisciplinaritate autentică. Ca urmare, elevii nu mai rezolvă simple exerciții, ci explorează biodiversitatea prin prisma rigoarei matematice și a eficienței digitale, înțelegând astfel unitatea și complexitatea lumii înconjurătoare ceea ce contribuie și la facilitarea procesului de învățare pentru elevi [6]. În acest context, transdisciplinaritatea nu presupune doar alăturarea conținuturilor din diferite discipline, ci și integrarea lor funcțională în jurul unei probleme comune, relevante pentru elev. Astfel, elevul nu mai percepe cunoștințele ca fiind fragmentate, ci ca elemente interdependente ale unui sistem coerent, în care fiecare disciplină contribuie la explicarea unui fenomen real.

Ținem să subliniem faptul că studiul Capitolului VI: Elemente de teoria probabilităților și statistică matematică, din curriculumului la matematică pentru ciclul gimnazial [3, 7], oferă elevilor de clasa a IX-a o oportunitate de a explora matematica dincolo de abstract, transformând cifrele în instrumente esențiale de studiu a realității. La nivelul ciclului gimnazial al învățământului general, studiul statisticii nu este doar o cerință curriculară, ci și o necesitate imperativă pentru formarea gândirii critice, pregătind elevii să interpreteze corect informațiile într-o societate saturată de date. Pentru a asigura o construcție semantică solidă și o înțelegere profundă, curriculumul recomandă o repartizare de 11 ore [3], perioadă în care elevii au ocazia de a însuși pilonii terminologici ai domeniului. Introducerea în această disciplină matematică debutează cu delimitarea clară a obiectului de studiu prin noțiunile fundamentale de populația statistică, unitatea statistică și caracteristică statistică. Această bază conceptuală le oferă elevilor oportunitatea de a organiza și reprezenta datele în structuri coerente prin intermediul tabelelor de date statistice, al diagramelor și al graficelor statistice, de a transformă informații brute în imagini clare, capabile să evidențieze tendințe și chiar corelații. Eficiența acestui parcurs de predare-învățare-evaluare este susținută de necesitatea de a propune exerciții și probleme care să solicite activ elevul, dezvoltându-se competențele de analiză, sinteză și cercetare [4]. Această abordare creează premisele pentru trecerea de la o învățare reproductivă la una investigativă, în care elevul devine participant activ în procesul de construire a cunoașterii. În acest sens, utilizarea datelor statistice în contexte reale contribuie la dezvoltarea competențelor de interpretare, argumentare și luare a deciziilor bazate pe date.

Leonardo de Pisa (cca. 1170-1250), cunoscut sub supranumele Fibonacci (prescurtare din filius Bonacci, fiul lui Bonacci în capitolul al doisprezecelea al lucrării sale de referință Liber Abaci), formulează o problemă de reproducere a iepurilor. Aceasta, deși formulată pe premise biologice deliberat simplificate, a generat unul dintre cele mai studiate șiruri numerice din istoria matematicii. Un șir, cunoscut ca șirul lui Fibonacci, ale cărei proprietăți și aplicații depășesc cu mult contextul inițial și se regăsesc astăzi în biologie, fizică, informatică, economie, arhitectură, muzică etc. Condițiile problemei, așa cum le enunță Fibonacci, sunt: o pereche de iepuri nou-născuți este plasată într-un spațiu închis; iepurii devin maturi după o lună; fiecare pereche adultă produce o nouă pereche lunar; iepurii nu mor niciodată. Se cere de determinat numărul perechilor după 12 luni. Pornind de la acest enunț, în cadrul lecției de matematică, pentru clasa a 9-a, se poate formula următoarea problemă:

O pereche de iepuri nou-născuți este plasată într-un spațiu închis. Iepurii devin maturi după o lună, fiecare pereche adultă produce o nouă pereche lunar, iar iepurii nu mor niciodată. S-a efectuat o analiză statistică a evoluției numărului de iepuri pe parcursul celor 12 luni ale anului de observație.

a) Identificați: populația statistică, unitatea statistică, caracteristică statistică și tipul acesteia.

b) Elaborați un tabel de date statistice care să prezinte evoluția reproducerii perechilor de iepuri.

Din perspectivă didactică, valoarea acestei probleme nu rezidă în rezultatul numeric obținut, ci mai ales în potențialul ei de a contribui la evidențierea statisticii matematice ca ramură a matematicii. Astfel, problema devine un pretext pentru explorare, analiză și reflecție, depășind statutul de exercițiu matematic clasic.

În calitate de soluție se poate propune următoarele: a) Pornind de la faptul că populația statistică este totalitatea elementelor care sunt analizate într-un studiu statistic putem considera, în acest exercițiu, că populația statistică este totalitatea lunilor din perioada de observație (12 luni). Respectiv, știind că unitatea statistică este fiecare element individual care face parte din populația statistică, putem conchide că unitatea statistică este o lună de observație. Astfel, fiecare lună reprezintă un element al populației analizate. Caracteristica statistică este trăsătura comună care se observă sau se măsoară la fiecare unitate statistică. Astfel, în acest exercițiu, caracteristica statistică este numărul de perechi de iepuri existent în fiecare lună. Evident că această caracteristică este cantitativă (numerică) – se exprimă prin numere și este discretă – deoarece poate lua numai valori întregi (1, 2, 3, 5, 8 etc.). b) Elaborarea directă a tabelului de date statistice, care să prezinte populația și caracteristica statistică, necesită ca elevii să urmărească simultan mai multe variabile și relații de dependență, ceea ce poate fi confuz și anevoios. Într-adevăr, elevul trebuie ca pentru fiecare lună să determine simultan numărul de perechi mature și numărul de perechi nou-născute, iar caracteristica fiecărei luni depinde de lunile precedente. Astfel, din perspectiva metodică, pentru a facilita elaborarea tabelului și a evita confuziile, se recomandă împărțirea problemei în două subprobleme.

Subproblema 1. *Pornind de la problema inițială, realizați o analiză statistică a evoluției numărului de perechi nou-născute de iepuri pe parcursul celor 12 luni ale perioadei de observație, urmând pașii: a) Identificați elementele statistice: populația statistică, unitățile statistice, caracteristica statistică și tipul caracteristicii; b) Elaborați un tabel de date statistice care să reflecte evoluția numărului de perechi nou-născute.*

Subproblema 2. *Pornind de la problema inițială, realizați o analiză statistică a evoluției numărului de perechi mature de iepuri pe parcursul celor 12 luni ale perioadei de observație, urmând pașii: a) Identificați elementele statistice: populația statistică, unitățile statistice, caracteristica statistică și tipul caracteristicii; b) Elaborați un tabel de date statistice care să reflecte evoluția numărului de perechi mature.*

Respectivele subprobleme au fost generate pornind de la problema inițială privind evoluția numerică a perechilor de iepuri. Este important de observat că ambele subprobleme au aceeași populație, aceeași unitate statistică și aceeași caracteristică, ceea ce ajută la înțelegerea legăturii dintre ele și facilitează organizarea datelor. Populația statistică rămâne: cele 12 luni ale perioadei de observație. Unitatea statistică rămâne: fiecare lună de observație. Caracteristica statistică rămâne: numărul de perechi de iepuri (cantitativ discret).

Elaborarea tabelului de date statistice, pe baza acestei împărțiri, este concepută astfel încât să fie clară și accesibilă elevilor de clasa a IX-a: pentru fiecare lună se determină separat numărul de perechi nou-născute și numărul de perechi mature, iar

valorile se organizează în coloane clare, astfel încât completarea tabelului nu prezintă dificultăți și interpretare.

Luna	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Număr perechi nou-născute	1	0	1	1	2	3	5	8	13	21	34	55

Luna	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Număr perechi mature	0	1	1	2	3	5	8	13	21	34	55	89

Cele două tabele, primul pentru perechile nou-născute și al doilea pentru perechile mature, permit elevilor să vizualizeze evoluția populației pas cu pas și să organizeze datele în mod clar. Acestea servesc ca bază pentru completarea tabelului de date statistice al problemei inițiale, deoarece numărul total de perechi din fiecare lună se poate determina prin suma datelor. Astfel, elevii pot observa legătura directă dintre perechile nou-născute și perechile mature, iar completarea tabelului final devine simplă și intuitivă, fără confuzii.

Luna	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Număr perechi	1	1	2	3	5	8	13	21	34	55	89	144

Metoda tabelară utilizată în acest context nu reprezintă doar un instrument de organizare a datelor, ci și un mijloc de vizualizare a relațiilor de dependență dintre variabile. Aceasta facilitează înțelegerea proceselor dinamice și pregătește elevii pentru utilizarea unor instrumente digitale de analiză, realizând astfel o punte naturală către informatică.

În continuare, problema formulată de Fibonacci va fi analizată din perspectiva informaticii, utilizând situația inspirată din lumea reală, pentru a evidenția modul în care enunțul inițial poate fi modelat la general și simulat prin diagramă, dezvoltând competențe aplicative și gândire analitică.

Problemele de recurență, în special cele de programare dinamică, pot fi rezolvate eficient prin reprezentarea lor sub formă de grafuri, deoarece fiecare subproblemă depinde de altele mai mici, iar aceste dependențe pot fi ușor vizualizate. Recunoaștem că o problemă este de tip recurență sau programare dinamică atunci când soluția pentru un caz depinde de rezultate obținute anterior, iar aceleași calcule apar în mod repetat. În astfel de situații, reprezentarea grafică este un prim pas util, deoarece evidențiază relațiile de dependență și scoate în evidență subproblemele comune.

Să se realizeze o reprezentare vizuală (diagramă), care să permită de a determina numărul total de perechi de iepuri existente după ***n luni****, dacă începem cu o pereche și, în fiecare generație, fiecare pereche de iepuri aflată la vârsta de reproducere naște* ***k perechi*** *de iepuri (în loc de o singură pereche).*

În vederea soluționării avem drept date de intrare, caracteristice problemei formulate diferit de enunțul consacrat a lui Fibonacci, numărul *n – luni* de observație și numărul *k – perechi* ce sunt născute de o singură pereche, deci *n*, *kN**. Ca rezultat este preconizat de a cunoaște numărul total de perechi de iepuri după n luni de observație. Pentru a elabora reprezentarea vizuală (diagrama), se propune de a

identifica perechea de iepuri, pentru fiecare lună, printr-un nod (pe diagrama nodul este reprezentat de un cerc). Nodurile colorate le vom atribui perechilor mature (se reproduc), iar nodurile necolorate vor reprezenta perechi tinere (luna curentă, nu reproduc încă). În rezultat se poate elabora o diagramă, care să permită elaborarea algoritmului informatic de determinare a numărului de perechi de iepuri.

În cazul iepurilor, care nu mor, nodurile grafului nu reprezintă subprobleme diferite ca natură, ci instanțe ale aceleiași probleme pentru valori mai mici ale lui n, fiecare termen depinzând de cei anteriori. Această perspectivă clarifică de ce este eficient să folosim tehnici precum memorizarea, prin care rezultatele deja calculate sunt memorate și reutilizate, evitând astfel recalcularea și reducând semnificativ timpul de execuție.

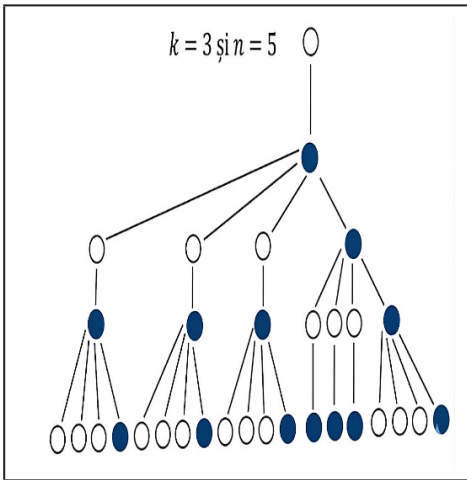


Figura 1. Reprezentare vizuală

```python
def determina_numar_iepurii(n, k):
    iepuri_maturi = 0
    iepuri_tineri = 1
    for luna in range(n - 1):
        iepuri_maturi_anterioari = iepuri_maturi
        iepuri_maturi = iepuri_maturi + iepuri_tineri
        iepuri_tineri = iepuri_maturi_anterioari * k
    return iepuri_maturi + iepuri_tineri

print(determina_numar_iepurii( n: 5,  k: 3))
```

```
D:\ppython\venv\Scripts\python.exe C:\Users\Lenovo\Downloads
19

Process finished with exit code 0
```

Figura 2. Cod Python

Integrarea informaticii în analiza problemei consolidează caracterul aplicativ al învățării, oferind elevilor posibilitatea de a transforma un model teoretic într-un algoritm funcțional. În acest mod, se dezvoltă simultan gândirea logică, competențele digitale și capacitatea de modelare a fenomenelor reale.

Problema privind evoluția numărului de perechi de iepuri – analizată anterior din perspectiva statisticii matematice și a informaticii – poate fi abordată și din punctul de vedere al disciplinei Biologie, studiată în ciclul gimnazial [2]. În cadrul lecției de biologie, vor fi propuse activități prin care elevii să realizeze o analiză a aspectelor biologice relevante care decurg din enunțul problemei lui Fibonacci despre reproducerea iepurilor. Astfel, se poate propune ca elevii să fie ghidați să precizeze următoarele:

- Maturitatea sexuală: compararea vârstei reale la care iepurii devin capabili de reproducere (4-8 luni) cu simplificarea utilizată în modelul lui Fibonacci (2 luni).
- Gestația și prolificitatea: durata medie a gestației (30-31 zile) și numărul mediu de pui pe fătare (4-12 pui, 2-6 perechi de pui), comparativ cu presupunerea din enunțul lui Fibonacci a unei perechi de iepuri pe lună.

- Ritmul de reproducere: analiza ovulației induse și impactul acesteia asupra creșterii rapide a populației.
- Longevitatea și mortalitatea: precizarea duratei medii de viață a iepurilor (8-10 ani) și discuția despre cum mortalitatea ar modifica evoluția populației în realitate, comparativ cu modelul din enunțul original în care iepurii nu mor.

Prin aceste activități, elevii fac legătura între modelul matematic/statistic și realitatea biologică, identifică diferențele și limitele modelului și își dezvoltă capacitatea de analiză interdisciplinară. În așa fel, elevii privesc asupra problemei lui Fibonacci privind evoluția populației de iepuri și dintr-o perspectivă biologică, adică realistă, fiind transpusă în întrebări de tipul curiozitate zoologică, ca de exemplu: Câte perechi de iepuri pot fi născute dintr-o singură pereche într-un singur an? În același timp, are loc și o veritabilă activitate de cercetare a adevărului, deoarece elevii trebuie să precizeze dacă condițiile presupuse în problemă (fertilitate imediată, lipsa mortalității, împerechere doar între aceeași iepuri) corespund realității biologice.

O altă abordare ce poate fi realizată la ora de biologie vizează determinarea taxonomică. Aceasta are scopul de a facilita explorarea unor aspecte fundamentale despre biologia și ecologia iepurilor, oferind elevilor o înțelegere aplicată a lumii vii. Activitatea constă în identificarea poziției sistematice a iepurelui de casă (Oryctolagus cuniculus), subliniind apartenența sa la ordinul Lagomorpha (grup distinct de rozătoare prin prezența a două perechi de incisivi superiori). Ca rezultat se alcătuiește următorul traseu taxonomic: Regnul: Animalia; Încrengătura: Chordata (vertebrate); Clasa: Mammalia (mamifere – hrănesc puii cu lapte); Ordinul: Lagomorpha (iepurii nu sunt rozătoare, deși seamănă, au o dentiție diferită); Familia: Leporidae; Specia de referință: Oryctolagus cuniculus (iepurele de casă/european – cel la care se referea Fibonacci).

Analiza biologică a problemei are un rol esențial în demersul didactic, deoarece oferă cadrul necesar pentru validarea sau invalidarea ipotezelor modelului matematic. Prin această confruntare, elevii învață că modelele matematice nu descriu întotdeauna fidel realitatea, ci reprezintă aproximări utile, construite în funcție de scopul analizei.

În contextul actual, statistica matematică și informatica nu pot fi disociate: în timp ce matematica oferă modelul logic și formulele de calcul, informatica furnizează infrastructură tehnică pentru procesarea acestora. Mai mult, o oportunitate elocventă de aplicare practică apare prin corelarea acestora cu disciplina Biologie. Conform curriculumului pentru ciclul gimnazial, elevii studiază diversitatea lumii vii, respectiv competențe referitoare la taxonomia biologică. Această tematică oferă un teren ideal pentru cercetare: elevii pot prelucra electronic date despre evoluția numerică a speciilor dintr-o anumită încrengătură cu diferite date de intrare cu referire la perioada de observație și numărul reprodus, pot clasifica unitățile statistice folosind criterii informatice sau pot reprezenta prin schemă ponderea diferitelor clase de animale într-un ecosistem. Prin această succesiune de activități, se realizează o tranziție firească de la abstract la concret, în care elevii pornesc de la un model teoretic, îl analizează,

îl verifică și îl contextualizează. Această dinamică didactică reflectă esența abordării transdisciplinare și contribuie la formarea unei gândiri flexibile și adaptative.

Această confruntare dintre modelul matematic și realitatea biologică deschide un cadru de analiză mai profund, care evidențiază rolul și limitele modelării în știință. Discrepanța dintre rezultatele furnizate de modelul matematic propus de Fibonacci și dinamica reală a populațiilor biologice nu trebuie interpretată ca o limitare a demersului didactic, ci ca un element central, cu valoare formativă majoră. Această diferență introduce o tensiune cognitivă productivă, care solicită elevului depășirea cadrului unei singure discipline și angajarea într-un proces de analiză critică a raportului dintre model și realitate. În acest sens, întrebarea privind divergența dintre predicția matematică și evoluția biologică efectivă nu mai este una strict cantitativă, ci devine o problemă de natură metodologică, vizând statutul modelării în știință și condițiile în care aceasta poate oferi rezultate relevante și utile.

Din perspectivă didactică, această situație constituie un exemplu paradigmatic de învățare transdisciplinară, în care elevul este pus în situația de a corela sisteme de cunoaștere distincte, caracterizate prin logici interne diferite. Modelul statistic operează prin abstractizare și simplificare, în timp ce biologia introduce variabilitate, condiționalitate și factori de limitare. Confruntarea acestor două perspective de cunoaștere conduce la dezvoltarea competențelor de nivel superior, precum analiza, sinteza și evaluarea critică, în sensul taxonomiilor clasice ale obiectivelor educaționale. Activitatea de comparare a unui tabel de date statistice derivat din modelul recurent cu unul construit pe baza parametrilor biologici reali implică nu doar operare numerică, ci și selecție informațională, interpretare contextuală și formulare de judecăți argumentate.

Integrarea informaticii în acest demers amplifică dimensiunea aplicativă a învățării, oferind suport tehnologic pentru simularea și vizualizarea modelelor. Utilizarea instrumentelor digitale pentru generarea de grafice comparative sau pentru testarea diferitelor scenarii de evoluție populațională facilitează înțelegerea relațiilor de dependență și a impactului variabilelor asupra rezultatelor. În acest mod, elevul nu numai că aplică un algoritm, dar și participă activ la procesul de modelare, explorând ipoteze alternative și evaluând consecințele acestora. Extinderea analizei prin introducerea unor parametri, precum rata mortalității sau capacitatea de suport a mediului, permite tranziția de la modele exponențiale ideale la modele logistice, mai apropiate de realitatea biologică. Această tranziție evidențiază caracterul constructiv și adaptiv al modelării matematice, subliniind faptul că modelele nu sunt reprezentări fidele ale realității, ci instrumente conceptuale orientate spre explicare și predicție, a căror utilitate depinde de adecvarea ipotezelor la contextul analizat. Astfel, valoarea didactică a unei astfel de situații nu rezidă în obținerea unui rezultat numeric corect, ci în dezvoltarea capacității elevilor de a problematiza, de a compara modele și de a evalua critic validitatea acestora. Prin această abordare, transdisciplinaritatea se concretizează ca practică educațională autentică, în care matematica, biologia și informatica nu funcționează izolat, ci converg în construirea unei înțelegeri integrate și funcționale a fenomenelor studiate.

Concluzii. Problema evoluției populației de iepuri, inițial concepută ca un exercițiu matematic, poate fi abordată dintr-o perspectivă transdisciplinară, întrucât integrează cunoștințe din mai multe domenii pentru a oferi o înțelegere mai amplă și mai nuanțată a fenomenului. Din perspectiva matematicii, elevii aplică concepte precum populație statistică, unitate statistică, caracteristică statistică și tabel de date statistice, utilizate pentru determinarea evoluției populației și pentru evidențierea relațiilor cantitative. Din perspectiva informaticii, datele pot fi organizate și prelucrate sub forma unor scheme sau modele algoritmice, care facilitează înțelegerea mecanismelor de evoluție și permit formularea unor predicții pentru diferite scenarii. Din perspectiva biologiei, sunt analizate aspecte reale ale reproducerii iepurilor – maturitatea sexuală, perioada de gestație, prolificitatea, longevitatea și mortalitatea – în vederea comparării modelului matematic cu realitatea biologică.

În acest context, se poate concluziona că problema evoluției populației de iepuri, formulată de Fibonacci, constituie un exemplu relevant de abordare transdisciplinară, integrând statistica matematică, informatica și biologia pentru a oferi elevilor o înțelegere aplicativă, analitică și globală a fenomenelor din realitate.

Așadar, orice situație context propusă în sala de clasă trebuie analizată și din perspectiva raportului său cu realitatea, prin formularea unor întrebări de tipul: în ce măsură modelul matematic utilizat reflectă realitatea? Care sunt limitele acestuia și ce implicații pedagogice generează eventualele abateri? Astfel de întrebări, aplicate problemei lui Fibonacci prin filtrul biologiei și al informaticii, nu diminuează valoarea didactică a demersului, ci o amplifică, transformând o simplă secvență de calcul recurent într-un exercițiu autentic de gândire critică transdisciplinară, în care elevul din ciclul gimnazial mobilizează simultan cunoștințe din matematică, biologie și informatică.

În concluzie, demersul didactic propus nu doar facilitează înțelegerea unui concept matematic fundamental, ci contribuie la formarea unei perspective integrate asupra cunoașterii, în cadrul căreia elevul devine capabil să coreleze informații, să analizeze critic și să aplice cunoștințele în contexte variate. O astfel de abordare răspunde exigențelor educației moderne, orientate spre formarea competențelor pentru viață și pentru integrarea într-o societate bazată pe cunoaștere.

BIBLIOGRAFIE

1. Cadrul de referință al Curriculumului Național. Disponibil la: https://mecc.gov.md/sites/default/files/crcn_aprobat.pdf.
2. 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.
3. 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.

4. MAFTEA S., MAFTEA A. Integrarea matematicii și biologiei în curriculumul școlar pentru învățământul secundar: o abordare interdisciplinară. Disponibil la: http://dir.upsc.md:8080/xmlui/handle/123456789/7295.
5. MAFTEA S., MAFTEA A. Aspecte privind corelația interdisciplinară a matematicii și biologiei în învățământul secundar, materialele conferinței științifice internaționale „Știință și educație: noi abordări și perspective", 21-22 martie 2024, Seria XXVI, Volumul 4, pg.18-25.
6. MAFTEA, S., MAFTEA, Al. Matematica și biologie: exemple în sprijinul demersului STEAM. In: Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale, (concept STEAM), Ed. Ediția a 5-a, 31 octombrie – 1 noiembrie 2025, Chișinău. Chișinău: CEP UPSC, 2025, Ediția 5, pp. 163-168. ISBN (pdf) 978-5-86654-577-3.
7. Matematică: Manual pentru clasa a 9-a / Ion Achiri, Andrei Braicov, Olga Șpuntenco; Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova. – [Chișinău]: Prut Internațional, 2024 (Blitz Poligraf). – 176 p.: il. ISBN 978-9975-54-782-6.
8. Transdisciplinarity in Education: A Narrative Review of Its Didactic Validity and Contributions to Sustainable Learning. Disponibil la: https://doi.org/10.3390/su172210320.

TEHNOLOGII DE PROIECTARE ȘI VALORIFICARE A ACTIVITĂȚILOR INTERACTIVE DE ÎNVĂȚARE-EVALUARE ÎN MANUALELE DIGITALE DE MATEMATICĂ PENTRU CICLUL GIMNAZIAL (CLASELE A V-A – A VI-A)

TECHNOLOGIES FOR DESIGNING AND CAPITALIZING ON INTERACTIVE LEARNING-EVALUATION ACTIVITIES IN DIGITAL MATHEMATICS TEXTBOOKS FOR THE MIDDLE SCHOOL CYCLE (GRADES 5, 6)

Nicolae BALMUȘ, conf. univ., dr.,
UPS „Ion Creangă" din Chișinău

Nicolae BALMUȘ, PhD, Associate Professor,
"Ion Creanga" SPU of Chisinau,
ORCID: 0000-0002-0491-2918
e-mail: balmus.nicolae@upsc.md

CZU: 373.5.091.3:51+004.4
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p41-50

Abstract. Digital mathematics textbooks differ from those designed for other school subjects by the massive integration of tools that allow the direct use of abstract concepts in interactive activities for solving exercises and problems in which numerical data changes randomly. MDIR Constructor 4.0 is a software designed for the creation and use of interactive digital mathematics textbooks. This paper describes several interactive applications, specially designed for digital mathematics textbooks for grade 5, with the help of which calculation skills in columns are developed in accordance with the mathematics curriculum for the middle school cycle. Along with learning/assessment activities with immediate feedback, the applications included in MDIR Constructor 4.0 allow users with administrator status (teachers) to generate evaluation sheets with personalized content.

Keywords: digital textbook, educational software, programming technologies.

Introducere

În majoritatea țărilor înalt dezvoltate economic, manualele școlare în format digital au început să apară în anii 2005-2015. Pentru crearea manualelor digitale, cel mai frecvent se utilizează tehnologiile bazate pe limbajul de marcare HTML, la temelia căruia textul, imaginile și elementele interactive se vizualizează pe orice dispozitiv. În baza acestei tehnologii sunt create manualele digitale care pot fi consultate pe platforma https://manuale.edu.ro/. De regulă, manualele digitale create în baza tehnologiei HTML conțin trei tipuri de Activități Multimedia Interactive de Învățare (AMII): secvențe audio/video, imagini statice și unele teste de tipul adevărat/fals sau cu alegere multiplă. Deoarece manualele create în baza tehnologiei HTML sunt pla-

sate pe web, este foarte complicat de actualizat și de adaptat contentul la necesitățile utilizatorului final. De regulă, contentul acestor manuale digitale este la fel de rigid ca și cel al manualelor tipărite, care se actualizează o dată la 4-5 ani.

Concepția actuală a manualului digital presupune implicarea activă a utilizatorilor finali (profesori/elevi) în adaptare și personalizarea în timp real a contentului manualelor digitale. Astfel de platforme există deja. De exemplu, platforma https://mesmanuels.fr/ gestionează toate manualele școlare editate în Franța într-un singur spațiu (mon-espace-e-education) – aplicație care se descarcă și se instalează gratuit pe calculatorul utilizatorului. Prin cod de acces securizat, utilizatorii descarcă pe calculatorul personal manualele digitale necesare, în care realizează sarcini de învățare/evaluare/autoevaluare, monitorizate prin instrumente online de către profesorul care gestionează disciplina școlară.

Manuale digitale cu content personalizat pot fi elaborate centralizat de un grup de profesori sau în mod individual de un singur profesor, utilizând software specializate https://www.flipbuilder.com/, https://fliphtml5.com/ care permit transformarea unui fișier din format simplu *.pdf în format flippdf cu efecte realiste de răsfoire și posibilități de incorporare a fișierelor multimedia și link-uri la pagini globale internet. Prin intermediul linkurilor externe aceste manuale digitale se completează cu o gamă foarte mare de activități de învățare/evaluare/autoevaluare create cu diverse instrumente online: Kahoot, Quizizz, Wordwall etc. Manualele digitale de tip FlipBuilder și FlipHtml5 pot fi actualizare relativ simplu de utilizatorii care dispun de fișierul sursă și aplicațiile cu care a fost creat.

Manuale digitale cu content personalizat și redactabil pot fi realizate și cu ajutorul software-lui MDIR Constructor care se dezvoltă în cadrul Universității Pedagogice de Stat „Ion Creangă” din Chișinău. Versiunea actuală, MDIR Constructor 4.0 [1] este dotată cu opțiuni special concepute pentru completarea manualelor digitale de matematică, clasele a V-a și a VI-a cu activități interactive compatibile cu contentul manualelor tipărite [2, 3] și curriculumul disciplinei matematica pentru ciclul gimnazial [4].

Interfața și meniurile principale ale software-lui MDIR Constructor 4.0

MDIR Constructor este un software proiectat și implementat integral în mediul de programare Delphi 12 [5], versiunea FMX cu utilizarea unor componente Winsoft [6] și TMS software [7]. Fereastra principală a software-lui MDIR Constructor 4.0 este reprezentată în figura 1.

Sarcinile de învățare/evaluare din manualele de matematică conțin diverse simboluri, expresii și formule care trebuie să fie reproduse calitativ, cu design grafic relevant. Pentru gestionarea simbolurilor matematice a fost proiectată și implementată o aplicație care se accesează prin apăsarea butonului π din bara cu instrumente. Copierea în clipboard a oricărui simbol se realizează prin dublu click iar introducerea simbolului copiat în orice obiect redactabil din MDIR Constructor se realizează prin combinația de taste Ctrl+v.

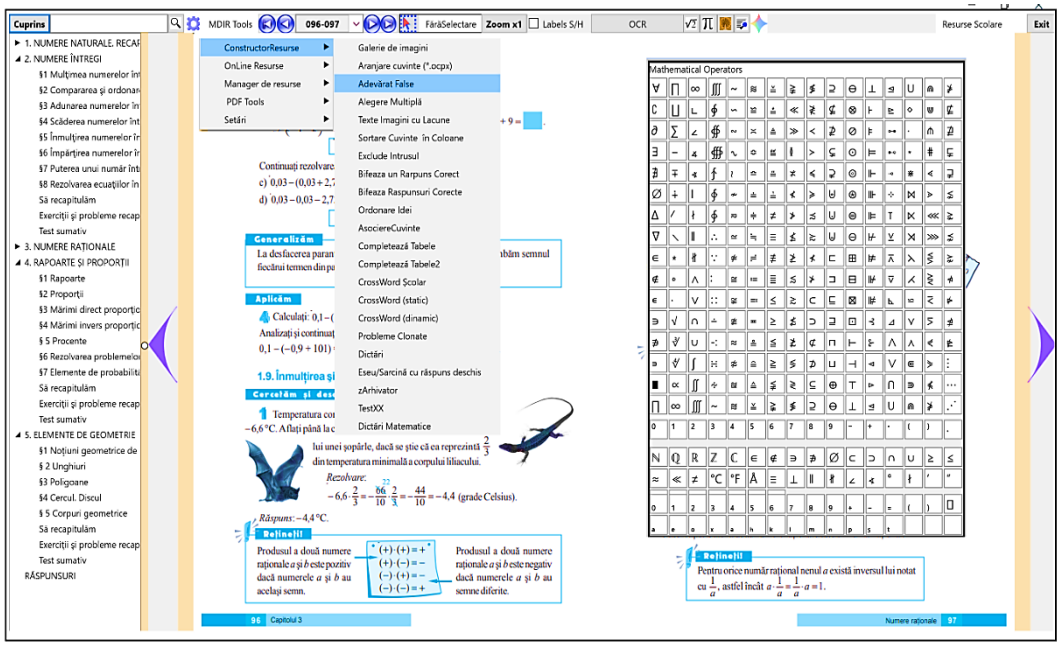


Figura 1. Fereastra principală a software-lui MDIR Constructor 4.0

Pentru redactarea formulelor matematice a fost proiectată și implementată o aplicație în care utilizatorul creează expresii și formule matematice cu aspect grafic relevant, utilizând sinaxa sistemului de tehnoredactare LaTex. Această pagină se accesează prin apăsare butonului √2.

Fereastra principală a aplicației pentru crearea formulelor este reprezentată în figura 2.

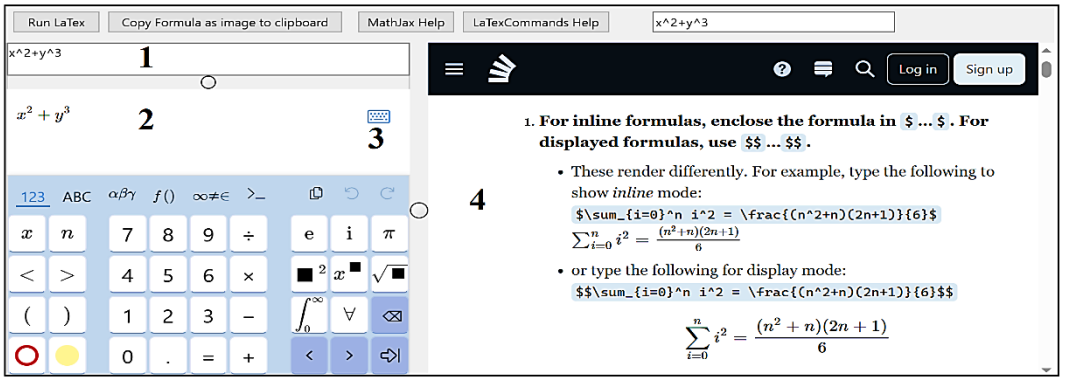


Figura 2. Redactorul de formule, MDIR Constructor 4.0

Pentru crearea formulelor se utilizează două metode:

1. În spațiul de editare 1, utilizatorul introduce de la tastatură formula dorită, respectând regulile de sintaxă LaTex. Pentru consultarea regulilor de sinaxă Latex sunt disponibile opțiunile MathJax Help și LaTex CommandsHelp cu ajutorul cărora se realizează conexiunea la sistemele respective de ajutor online. Se apasă

butonul Run LaTex. Ca urmare, dacă sintaxa Latex a fost respectată, în spațiul 2 apare aspectul grafic al formulei.

2. La apăsarea butonului 3 se afișează o tastatură virtuală cu ajutorul căreia utilizatorul asamblează expresia matematică, utilizând simbolurile și pictogramele disponibile. Rezultatul activității se vizualizează în spațiul 2.

Copierea în clipboard a formulei în format grafic se realizează prin apăsarea butonului „Copy Formula as image to clipboard".

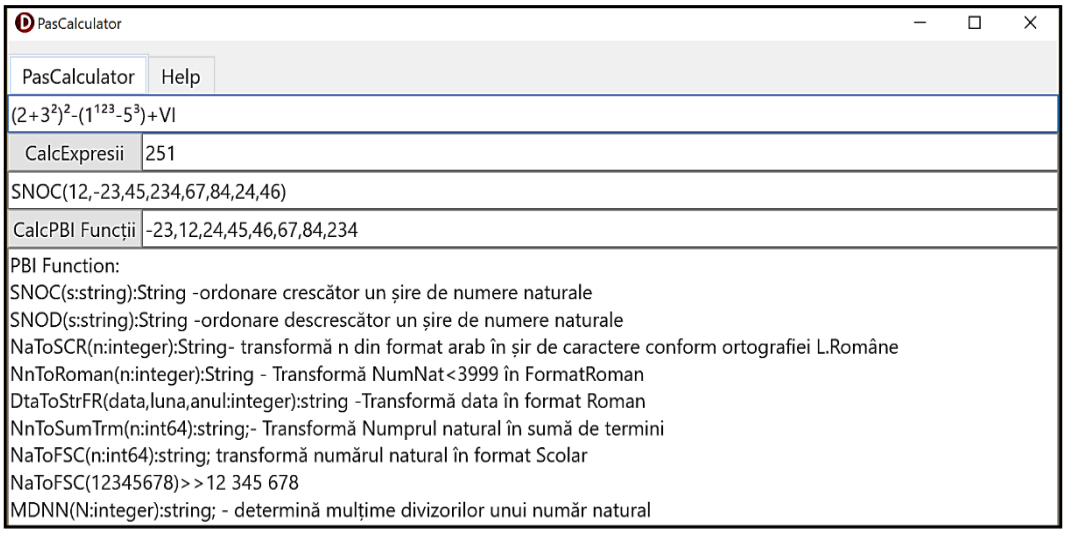


Figura 3. Fereastra principală a calculatorului intern, incorporat în MDIR Constructor 4.0

În unele aplicații incorporate în MDIR Constructor se utilizează formule în format LaTex. Pentru copierea în clipboard a formulelor în format LaTex, în fereastra de editare 2 se selectează formula asamblată și se apasă tastele Ctrl+c.

Inserarea formulelor în format imagine în aplicațiile MDIR Constructor se realizează prin combinarea de taste Ctrl+v.

Pentru simplificarea procesului de creare a resurselor digitale de învățare/evaluare, gestionate de MDIR Constructor a fost proiectat și implementat prin cod de programare Delphi un calculator intern. Acest calculator se activează prin apăsarea butonului . Ca urmare apare fereastra reprezentată în figura 3.

Notațiile, operațiile, funcțiile și subprogramele incorporate în calculatorul intern sunt ajustate la contentul manualelor de matematică utilizate în învățământul gimnazial. Un mic ghid de utilizare se afișează la apăsarea butonului Help (Fig. 4).

Activități de învățare/evaluare specifice pentru manualele digitale interactive de matematică

În baza analizei conținuturilor manualelor tipărite de matematică clasele a V-a și a VI-a au fost identificate următoarele tipuri de activități de învățare/evaluare:

```
Mini Calculator MDIR: Operații, Constante, Funcții... :
Operații:
+, -, *, / div, mod - pentru valori Integer;
×, ·, - înmulțire, : -împărțire; pentru ×, · se tastează CTRL+×, respectiv CTRL+.(punct);
([{2+3}+5]+7)- simboluri pentru 3 tipuri de paranteze;
pentru valoarea absolută se utilizează simbolul |...|, exemplu: |-2|=2;
^ - ridicare la putere (2^3=8);
2^(2^3+3)- expresii cu exponenți în care pot fi utilizate cifre și paranteze:
cifrele 0..9 (pot fi tastate, utilizând tasta CTRL+cifra;
parantezele () (pot fi tastate utilizând tasta CTRL+{ și CTRL+}
Funcții și constante:
random(n) - generează numere aleatoare întregi (0..(n-1))
sin(x), cos(x), tan(x), cot(x), sqr(x), sqrt(x), arcsin(x), arccos(x), arctan(x), arccot(x),
exp(x), abs(x), ln(x), round(x), trunc(x), int(x),   power(x,y), random(x)
pi (3.14.....), e (2.71828...- numărul natural)
roundN(x,n) - rotungirea numarului real x pana la n cifre dupa virgula
randR(n1,n2)-generator de numere alleatoare n1,n1+1,...(n2-1)
randG(xm,est)- generator numere aleatoare cu distribuție normală,
(xm - valoarea medie , est- eroarea standard est
atan2(y,x) - calculeaza unghiul in radiani in sens trigonometric corect
Exemplu:  atan2(-2,2)*180/pi=315
min2n(x,y) - calulează valoarea minimala dintre x și y.  Ex min2n(4,3)=3
max2n(x,y) - calulează valoarea maximală dintre x și y. Ex max2n(1,3)=3
m1_3n(x,y,z) - calulează valoarea minimală dintre x și y și z. Ex m1_3n(2,3,1)=1
m2_3n(x,y,z) - calulează a doua valoare minimală dintre x și y și z.  Ex m2_3n(2,3,1)=2
m2_3n(x,y,z) - calulează a treia valoare minimală dintre x și y și z. Ex m3_3n(2,3,1)=3
cmmdc(x,y) - caculează cel mai mic divizor comun
cmmmc(x,y) - caculează cel mai mare multiplu comum
fac(x) - caculează factorialull fac(3);
Pentru calcularea factorialului se utilizează și simbolul! Exemplu: 3!=6
rst(x) - caculează rasturnatul numatrului rst(123)=321
if(x,y)-compară x,y; dacă x<y, if=-1; x=y, if=-0 ,x>y, if=1;
Numere în format roman: 1..3999 (I,..., MMMCMXCIX). Exemplu: 3+V=8
snabp(a,b,p)- calculează suma numerelor naturale de la a până la b cu pasul p
sucnn(a,b)- calculează suma cifrelor tuturor numerelor naturale de la a până la b
2.(45)- fracție periodică simplă
2.1(45)- fracție periodică compusă
2.(4/5)- fracție ordinară
aprlp(N,n)- aproximare prin lipsă a numărului N la ordinul n (n=10,100,1000,10000,100000
aprad(N,n)- aproximare prin adaus a numărului N la ordinul n (n=10,100,1000,10000,100000
rotnn(N,n)- rotungeste numărul N la ordinul n (n=10,100,1000,10000,100000
scn(n)- calculează suma cifrelor numărului n
scpn(n)- calculează suma cifrelor pare a numărului n
scipn(n)- calculează suma cifrelor impare ale numărului n
pcn(n)- calculează produsul cifrelor  nenule ale numărului n
pcpn(n)- calculează produsul cifrelor pare nenule ale numărului n
pcipn(n)- calculează produsul cifrelor impare nenule ale numărului n
```

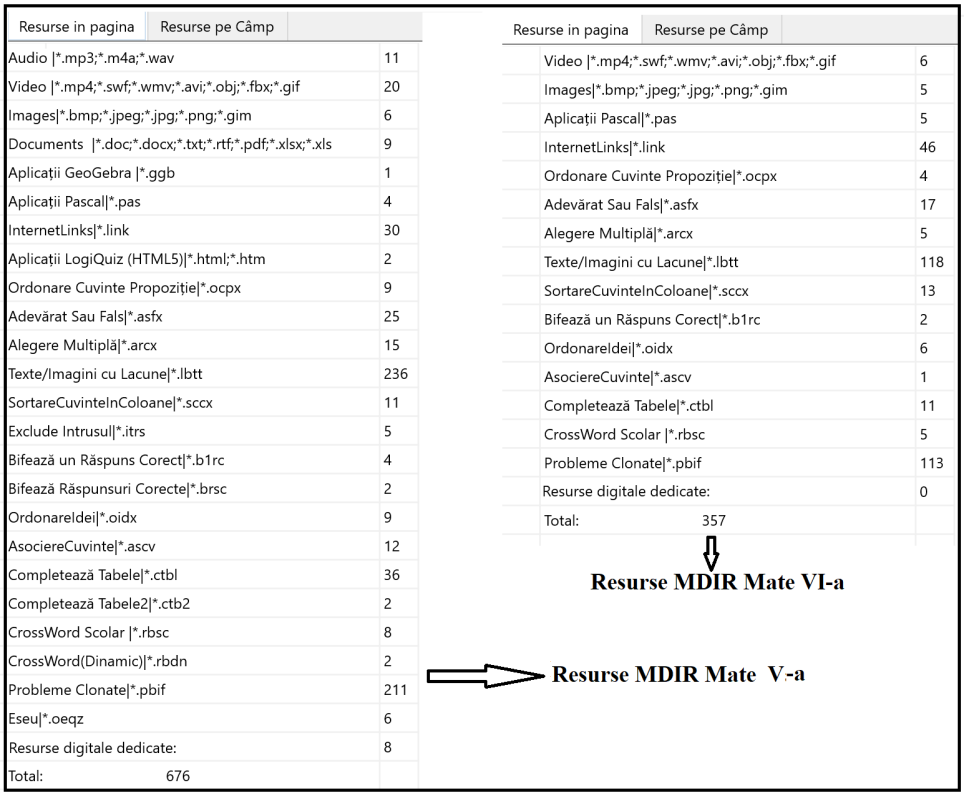
Figura 4. Sistemul de ajutor al calculatorului intern MDIR Constructor

- exerciții cu alegere dual̆ a răspunsului (adevărat/fals);
- exerciții cu alegere multiplă a răspunsului;
- exerciții de excludere a intrusului;
- exerciții de asociere a enunțurilor și răspunsurilor;
- exerciții de ordonare a unor enunțuri;
- exerciții de completare a spațiilor cu lacune;
- exerciții de completare a celulelor unu tabel;
- exerciții de rezolvare a rebusurilor (joc de cuvinte încrucișate);
- exerciții de calculare a unor expresii matematice.
- exerciții de rezolvare a unor ecuații și probleme (fără indicare de răspuns);

Cele mai frecvente activități sunt cele de completare a spațiilor în enunțuri și tabele (câteva sute în fiecare manual de matematică, clasele a V-a și a VI-a). În enunțul acestor activități, în mod explicit este indicat ca elevul să copie enunțul sau tabelul în caiet, apoi să rezolve sarcina. De multe ori sarcinile rezolvate în caietul elevului rămân fără evaluare, sau cu evaluare întârziată.

Pentru toate activitățile enumerate mai sus, MDIR Constructor are incorporate instrumente (aplicații) cu ajutorul cărora utilizatori (profesorii sau autorii de content digital) creează și plasează în paginile manualului variante digitale ale sarcinilor formulate în manualul tipărit. În manualul digital, elevii accesează aceste resurse prin dublu click pe pictogramă resursei, le rezolvă sarcina în format digital și verifică corectitudinea în timp real.

În MDDIR Constructor 4.0, aplicația „probleme clonate" a fost actualizată în conformitate cu contentul manualelor de matematică pentru clasele a V-a și a VI-a. Cu ajutorul acestei aplicații utilizatorul, în baza enunțului problemei/exercițiului formulat în manualul tipărit creează enunțuri de problemă/exercițiu în care datele numerice se modifică în mod aleatoriu. Aceste resurse sunt recomandate pentru a fi utilizate în cazul când profesorul dorește să consolideze o anumită metodă de rezolvare a unei probleme sau exercițiu concret. Această aplicație, accesată din manualul profesorului permite generarea de fișe de evaluare personalizate care pot fi printate și distribuite elevilor.



Resurse in pagina	Resurse pe Câmp
Audio |*.mp3;*.m4a;*.wav	11
Video |*.mp4;*.swf;*.wmv;*.avi;*.obj;*.fbx;*.gif	20
Images|*.bmp;*.jpeg;*.jpg;*.png;*.gim	6
Documents |*.doc;*.docx;*.txt;*.rtf;*.pdf;*.xlsx;*.xls	9
Aplicații GeoGebra |*.ggb	1
Aplicații Pascal|*.pas	4
InternetLinks|*.link	30
Aplicații LogiQuiz (HTML5)|*.html;*.htm	2
Ordonare Cuvinte Propoziție|*.ocpx	9
Adevărat Sau Fals|*.asfx	25
Alegere Multiplă|*.arcx	15
Texte/Imagini cu Lacune|*.lbtt	236
SortareCuvinteInColoane|*.sccx	11
Exclude Intrusul|*.itrs	5
Bifează un Răspuns Corect|*.b1rc	4
Bifează Răspunsuri Corecte|*.brsc	2
Ordonareldei|*.oidx	9
AsociereCuvinte|*.ascv	12
Completează Tabele|*.ctbl	36
Completează Tabele2|*.ctb2	2
CrossWord Scolar |*.rbsc	8
CrossWord(Dinamic)|*.rbdn	2
Probleme Clonate|*.pbif	211
Eseu|*.oeqz	6
Resurse digitale dedicate:	8
Total: 676	

Resurse in pagina	Resurse pe Câmp
Video |*.mp4;*.swf;*.wmv;*.avi;*.obj;*.fbx;*.gif	6
Images|*.bmp;*.jpeg;*.jpg;*.png;*.gim	5
Aplicații Pascal|*.pas	5
InternetLinks|*.link	46
Ordonare Cuvinte Propoziție|*.ocpx	4
Adevărat Sau Fals|*.asfx	17
Alegere Multiplă|*.arcx	5
Texte/Imagini cu Lacune|*.lbtt	118
SortareCuvinteInColoane|*.sccx	13
Bifează un Răspuns Corect|*.b1rc	2
Ordonareldei|*.oidx	6
AsociereCuvinte|*.ascv	1
Completează Tabele|*.ctbl	11
CrossWord Scolar |*.rbsc	5
Probleme Clonate|*.pbif	113
Resurse digitale dedicate:	0
Total: 357	

Figura 5. Sumarul resurselor digitale incorporate în manualele de matematică

În figura 5 este reprezentat sumarul resurselor digitale incorporate în versiunile demo ale manualelor digitale de matematică clasele a V-a și a VI-a, care la acest moment se testează în procesul de instruire [9]. În fiecare manual digital această informație se afișează la apăsarea butonului , disponibil în bara de instrumente (figura 1).

Aplicații dedicate implementate în manualul digital de matematică clasa a V-a. De rând cu activitățile digitale tradiționale, concepute pentru toate manualele digitale create cu ajutorul software-lui MDIR Constructor, în mod special pentru manualul digital de matematică clasa a V-a au fost proiectate și implementare în mediul de programare Delphi câteva aplicații special concepute pentru unele teme din manualul tipărit. Una din aceste aplicații, dedicată dezvoltării competențelor de citirea și scrierea numerelor naturale, este descrisă detaliat în lucrarea [8]. Prezentăm în continuare aplicația proiectată și implementată pentru dezvoltarea competențelor de calcul în colonițe.

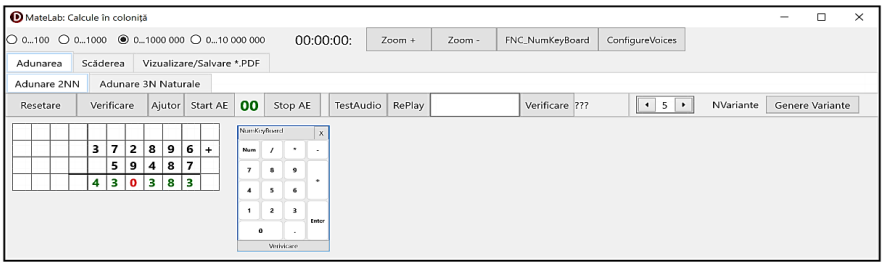


Figura 6. Adunarea și scăderea numerelor naturale în coloniță

Aplicația este divizată în 4 module în care se consolidează competențele de adunare, scădere, înmulțire și împărțire a numerelor naturale:

Fereastra principală a aplicației pentru adunarea și scăderea numerelor naturale în coloniță este reprezentată în figura 6.

Aplicația este divizată în 5 pagini: Pagina Adunare 2NN conține activități de consolidare a cunoștințelor de adunare a două numere naturale. La apăsarea butonului *Resepare* în fereastra aplicații se generează un exercițiu de adunare a două numere naturale pe care utilizatorul îl rezolvă utilizând tastatura calculatorului sau tastatura virtuală din fereastra aplicației. Pentru autoevaluare se apasă butonul *Verificare*. Dacă au fost comise erori, cifrele respective sunt colorare cu culoare roșie. În această pagină utilizatorul exercițiii și în format audio: la apăsarea butonului *TestAudio*, cu voce generată de IA, se pronunță enunțul exercițiului de adunare a două numere. Utilizatorul ascultă enunțul, rezolvă exercițiul și introduce rezultatul numeric în spațiul rezervat. La apăsarea butonului Verificare, răspunsul introdus se colorează cu culoare verde dacă este corect și respectiv cu culoare roșie dacă răspunsul a fost incorect. La apăsarea butonului *RePlay*, exercițiul în format verbal se repetă. Butonul *Generare Variante* este activ numai în varianta MDIR Profesor. La apăsarea acestui buton se generează fișe de evaluare personalizate în format *.pdf, pe care profesorul poate să le utilizeze pentru organizarea unor activități de evaluare tradiționale: cu fișe imprimate pe suport de hârtie. Un exemplu de fișe de evaluare este reprezentat în figura 7.

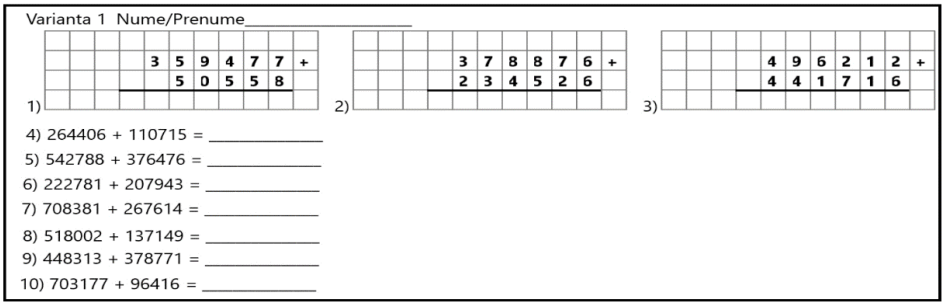


Figura 7. Exemplu de fișă de evaluare pentru tema „Adunarea a două numere naturale”

În mod analogic se realizează activitățile și în celelalte pagini ale aplicației. Prezentăm în continuare doar fișele de evaluare generate:

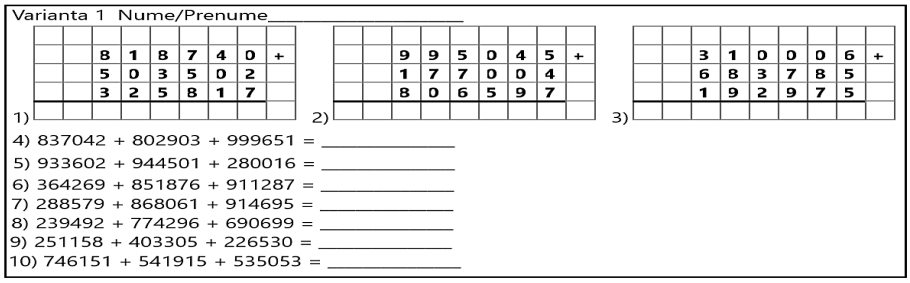


Figura 8. Exemplu de fișă de evaluare pentru tema „Adunarea a trei numere naturale”

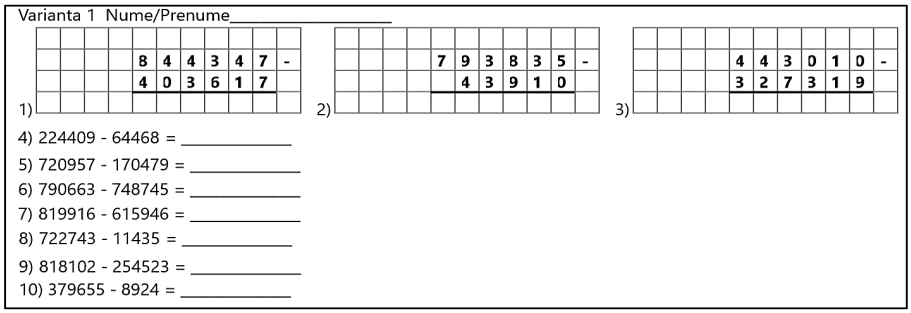


Figura 9. Exemplu de fișă de evaluare pentru tema „Scăderea a două numere naturale”

În figura 10 este reprezentată interfața aplicației în care utilizatorii realizează activități de înmulțire a numerelor naturale în coloniță.

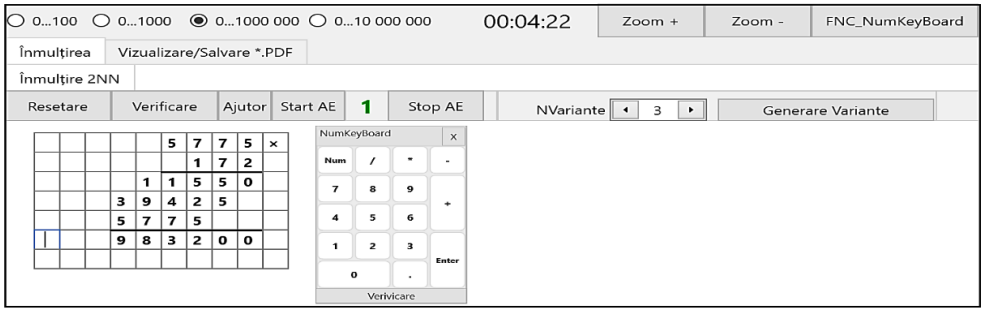


Figura 10. Exemplu de activitate în pagina „Înmulțirea numerelor naturale”

Elevii care doresc să-și măsoare performanța la tema „calcule în coloniță” au posibilitate să realizeze activități cronometrate. Pentru aceasta, la începutul activității se apasă butonul Start AE. În acest moment pornește cronometrul care măsoară timpul activității. La sfârșitul activității, după 5-10 minute se apasă butonul Stop AE. Contorul cu indicator de culoare verde va identifica numărul de exerciții rezolvate corect în intervalul respectiv de timp. În figura 11 este reprezentat un exemplu de fișă de evaluare pentru tema „Înmulțirea numerelor naturale”.

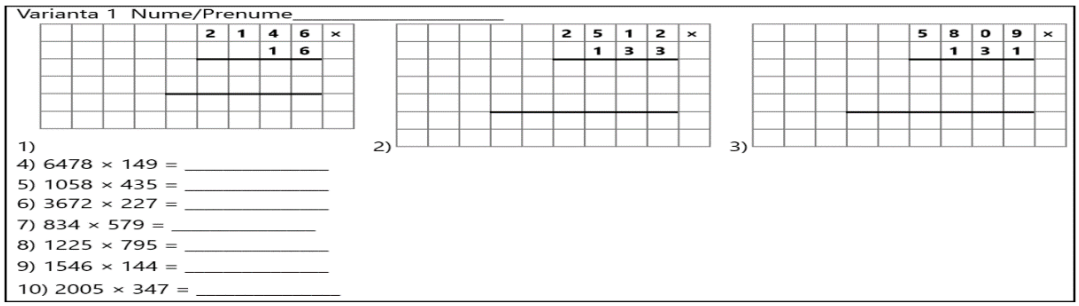


Figura 11. Exemplu de fișă de evaluare la tema „Înmulțirea numerelor naturale”

În figura 12 este reprezentată interfața aplicației în care utilizatorii realizează activități de împărțire a două numere naturale în coloniță. Aplicația se accesează prin dublu click pe pictograma , inclusă nemijlocit în pagina manualului.

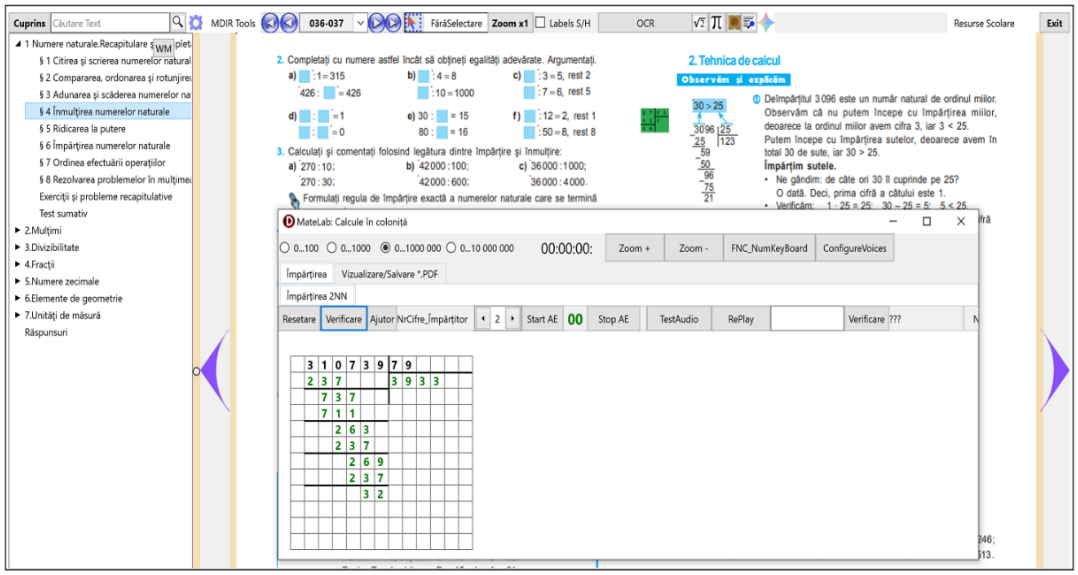


Figura 12. Exemplu de împărțire în coloniță a două numere naturale

Un exemplu de fișă de evaluare pentru tema împărțirea numerelor naturale este prezentată în figura 13.

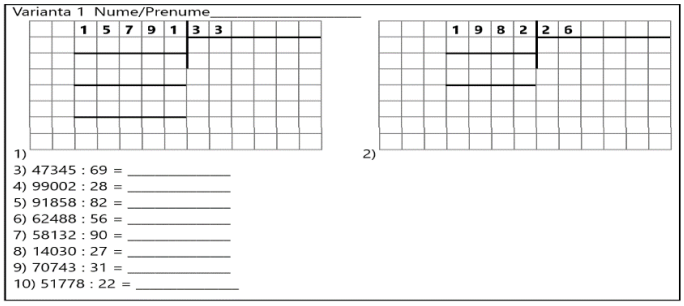


Figura 13. Exemplu de fișă de evaluare la tema „Împărțirea numerelor naturale"

Concluzii. Cercetarea științifică descrisă în această lucrare este realizată în cadrul proiectului „Digitalizarea procesului de formare inițială a cadrelor didactice pentru asigurarea unui demers didactic eficient, în contextul solicitărilor pieței muncii", Cod subprogram: 040102. Versiunile demo ale manualelor digitale de matematică, clasele a V-a și a VI-a, sunt disponibile pentru descărcare, testare și evaluare la adresa https://mdir.upsc.md/. Activități practice de valorificare în procesul de instruire a manualelor digitale interactive de matematică se realizează cu masteranzii din cadrul programului de masterat „Tehnologii de creare a resurselor educaționale digitale" și cu profesorii care urmează diverse cursuri de formare continuă în cadrul Universității Pedagogice de Stat „Ion Creangă".

BIBLIOGRAFIE

1. BALMUȘ, N. MDIR Constructor 4.0. Certificat AGEPI de înregistrarea a drepturilor de autor și conexe. Seria PC Nr.8429 din 23.02.2026. Disponibil: https://db.agepi.md/opere/Details.aspx? id=433373888433323263&nr=433383884433323269 [accesat 2026-03-24].
2. ACHIRI I., BRAICOV A. și alții. *Matematică*: Manual pentru clasa a 5-a. Chișinău: Prut Internațional, 2020. ISBN 978-9975-54-513-6.
3. ACHIRI I., BRAICOV A. și alții. *Matematică*: Manual pentru clasa a 6-a. Chișinău: Prut Internațional, 2020. ISBN 978-9975-54-517-4.
4. Matematică: Curriculum național, Clasele 5-9, Ministerul Educației, Culturii și Cercetării al Republicii, Chișinău, 2020. ISBN 978-9975-3438-7-9, https://mecc.gov.md/sites/default/files/ matematica_gimnaziu_ro.pdf [accesat 2026-03-24].
5. Delphi 12. Community Edition. Descărcare/Instalare. https://www.embarcadero.com/products/ delphi/starter. [accesat 2026-03-24].
6. Winsoft. Components and applications. https://www.winsoft.sk/index.htm [accesat 2026-03-24].
7. TMS Software. Descărcare/instalare. https://www.tmssoftware.com/site/default.asp. [accesat 2026-03-24].
8. BALMUȘ, N., CHIRIAC, T. MDIR Constructor: Interactive digital activities for developing reading and writing skills with natural numbers. *International Conference on Virtual Learning*, ISSN 2971-9291, ISSN-L 1844-8933, vol. 21, pp. 335-344, 2026. https://doi.org/10.58503/icvl-v21y202629
9. MDIR. Descărcare manuale digitale (Demo). https://mdir.upsc.md/index.php [accesat 2026-03-24].

TEHNOLOGII DE PARTAJARE ȘI DISEMINARE A MANUALELOR DIGITALE ELABORATE ÎN APLICAȚIA MDIR CONSTRUCTOR[2]

TECHNOLOGIES FOR SHARING AND DISSEMINATING DIGITAL TEXTBOOKS DEVELOPED IN THE MDIR CONSTRUCTOR

Nicolae BALMUȘ, conf. univ., dr.,
UPS „Ion Creangă" din Chișinău
Ilie MUȘINSCHI, drd.,
UPS „Ion Creangă" din Chișinău

Nicolae BALMUȘ, PhD, Associate Professor,
"Ion Creanga" SPU of Chisinau,
ORCID: 0000-0002-0491-2918
e-mail: balmus.nicolae@upsc.md
Ilie MUȘINSCHI, PhD Student,
"Ion Creanga" SPU of Chisinau
ORCID: 0000-0001-7329-5995
e-mail: musinschi.ilie@upsc.md

CZU: 004.77:37
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p51-58

Abstract. Interactive digital textbooks are modern educational resources for which the technologies of creation and sharing have been developing rapidly lately. One of the software with the help of which interactive digital textbooks with editable content are developed is MDIR Constructor. This paper briefly describes the technology used to create the MDIR Constructor 4.0 software and in detail the technologies used for sharing and disseminating MDIR digital textbooks made in the DDIR Teacher and MDIR Student versions. Based on the analysis of the results obtained in the testing process of MDIR digital textbooks, conclusions and recommendations are formulated that will allow end users, teachers and students to effectively manage the digital textbooks they use in their daily teaching activity. The paper also indicates electronic addresses for downloading demo versions of MDIR digital textbooks.

Keywords: digital textbook, educational software, programming technologies.

Introducere

MDIR Constructor (Manual Digital Interactiv Redactabil) este un software educațional elaborat în mediul de programare Delphi 12, versiune FMX. Drepturile de autor și conexe pentru MDIR Constructor, versiunea 4.0 sunt protejate la AGEPI Republica Moldova [1]. Ghidul de utilizare a software-lui MDIR Constructor este publicat în format tipărit [2] și poate fi descărcat în variantă digital interactivă la adresa [3]. Cu ajutorul MDIR Constructor utilizatorii creează manuale digitale in-

2 Cercetare științifică realizată în cadrul proiectului „Digitalizarea procesului de formare inițială a cadrelor didactice pentru asigurarea unui demers didactic eficient, în contextul solicitărilor pieței muncii", Cod subprogram: 040102.

teractive cu content redactabil pentru orice disciplină școlară, utilizând o versiune *.pdf a manualului tipărit care se utilizează în activitatea didactică. Pentru manuale școlare utilizate în Republica Moldova, versiunea *.pdf poate fi descărcată pe site-ul Ministerului Educației și Cercetării al Republicii Moldova [4].

La momentul actual, codul sursă de programare Delphi FMX pentru MDIR Constructor 4.0 este compilat cu opțiunea de creare a aplicațiilor desktop pentru Windows 64 biți. Structura fișierelor aplicației MDIR Constructor 4.0 (Windows 64 biți) este reprezentată în figura 1.

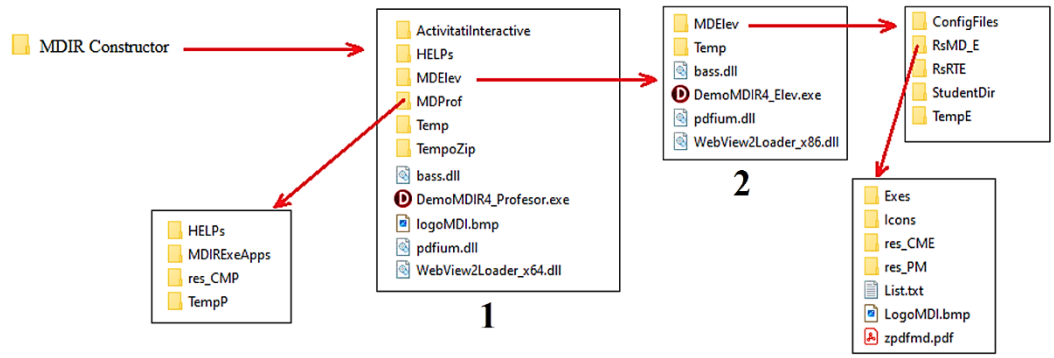


Figura1. Structura fișierelor aplicației MDIR Constructor 4.0 (Windows 64 biți)

Toate resursele generate de MDIR Constructor sunt stocate într-o singură mapă (1, figura 1), care trebuie să fie transmisă utilizatorului final: profesor cu statut de administrator sau simplu utilizator. Profesorul-administrator are permisiunea de a redacta și completa manual cu diverse tipuri de resurse digitale personale sau realizate în colaborare cu alți profesori cu statut de utilizator simplu. Aceste resurse sunt plasate în paginile manualului și sunt vizibile atât în manualul profesorului, cât și în manualul elevului, care se generează în mod automat și este stocat în mapa MDIR Elev (2, figura 1). MDIR Elev este o resursă autonomă care urmează să fie transmisă elevilor.

Lansarea în execuție a manualelor MDIR profesor/elev se realizează prin dublu click pe numele fișierelor MDIRProfesor.exe/MDIRElev.exe. Interfața acestor aplicații sunt asemănătoare cu excepția unor opțiuni incluse în bara cu instrumente MDIR Constructor. Fereastra principală a aplicației MDIR Constructor este reprezentată în Fig. 2.

Meniul **ConstructorResurse** permite accesul la instrumentele MDIR cu ajutorul cărora utilizatorii, profesorii cu statut de administrator sau utilizator simplu creează diferite resurse digitale: teste, probleme interactive, rebusuri etc, care se includ în paginile și pe câmpul manualului.

Includerea resurselor în manual se realizează cu ajutorul meniului Manager de resurse care are două sub-meniuri: în pagină/pe câmp. Resursele în paginile manualului sunt gestionate de profesorul cu statut de administrator. Profesorul cu statut simplu de utilizator poate să includă resursele numai pe câmpul manualului. Resursele de pe câmpul manualului sunt private și nu se văd în manualul elevului.

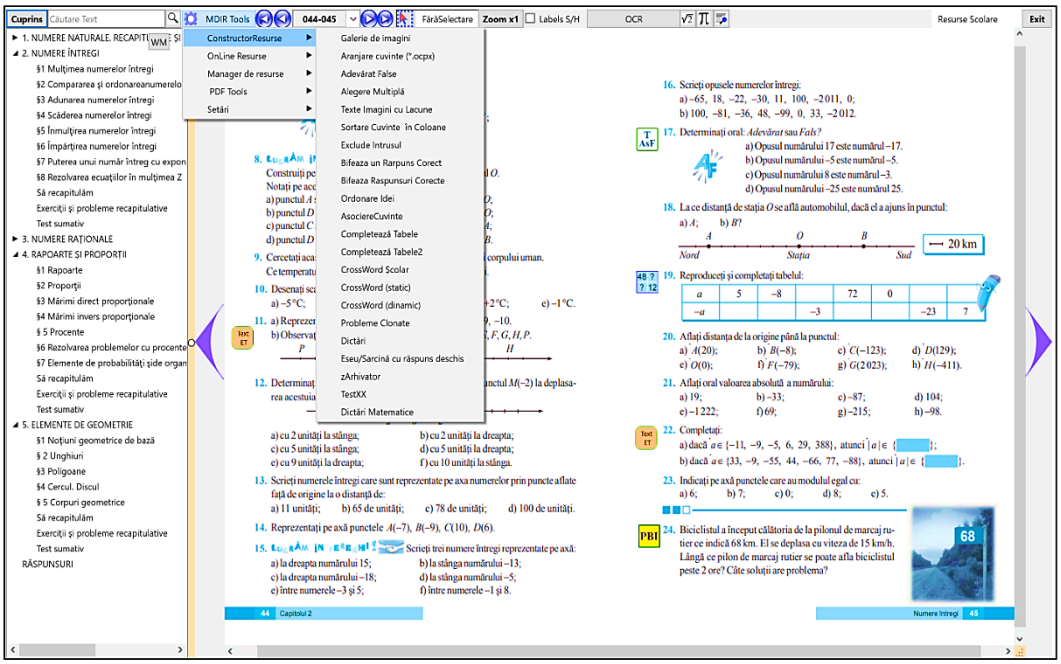


Figura 2. Interfața principală a aplicației MDIR Constructor

Metode de partajare a aplicațiilor MDIR

Pentru utilizarea manualului digital, utilizatorul final trebuie să descarce pe calculatorul personal mapa în care se conține manualul digital cu toate resursele incorporate MDIRProfesor/ MDIRElev. Există câteva posibilități:

– **Partajare prin stick USB**

De regulă, manualul digital dezvoltat cu a ajutorul MDIRConstructor are un volum de 300-1000 MB de memorie. Ca urmate, un stick USM cu volumul 16 GB poate fi utilizat ușor pentru toate manualele digitale pe care le gestionează un profesor sau un elev. Această metodă este recomandată și din considerentele că aplicațiile MDIR Profesor și MDIR Elev pot fi lansate și actualizate direct de pe stick.

– **Partajare pin servicii de poștă electronică**

Pentru partajarea prin poșta electronică, mapa care conține resursele manualului digital în prealabil se arhivează în format *.rar sau *.zip. După aceasta fișierul arhivă se atașează la mesajul electronic. Această metodă poate fi realizată numai dacă motorul de gestionare a poștei electronice nu verifică contentul transmis pentru identificarea fișierelor executabile (*.exe). De exemplu, serviciul de poștă electronică gmail.com interzice transmiterea fișierelor *.exe chiar și în cazul când aceste sunt arhivate. La acest moment, serviciul gmail permit transferul fișierelor mari (> 50MB) cu mențiunea **„fișierul este prea mare pentru verificarea antivirus”**. Această metodă este recomandată în cazul când manualul trebuie transmis unui număr de 15-30 utilizatori (o clasă medie de elevi).

– **Partajare pin serviciul WeTransfer**

Serviciul WeTransfer realizează transmiterea rapidă a fișierelor de dimensiuni mari, inclusiv fișiere executabile prin internet. Acest serviciu are versiune gratuită și se recomandă profesorilor care lucrează în comun pentru crearea unui manual digital colaborativ în termin calendaristic restrâns (termenul de păstrare a fișierelor este 7 zile).

– **Partajare pin serviciul Google Drive**

Google Drive este un serviciu de stocare și sincronizare a fișierelor de orice tip bazat pe cloud incorporat în serviciile Google. Acest serviciu se recomandă profesorilor pentru transmiterea și actualizarea rapidă a conținuturilor manualelor digitale destinate unui grup/clasă de elevi.

Google Drive corporativ (Google Workspace) este un serviciu de stocare în cloud a fișierelor, conceput special pentru organizații și echipe. Acest serviciu este recomandat pentru gestionarea resurselor în cazul când profesorii colaborează în timp real pentru completarea cu resurse a unor manuale de interes comun. În figura 3 este reprezentată o secvență de lucru cu resursele digitale ale manualelor de matematică clasa a V-a și a VI-a organizată pe un drive comun din cadrul UPSC.

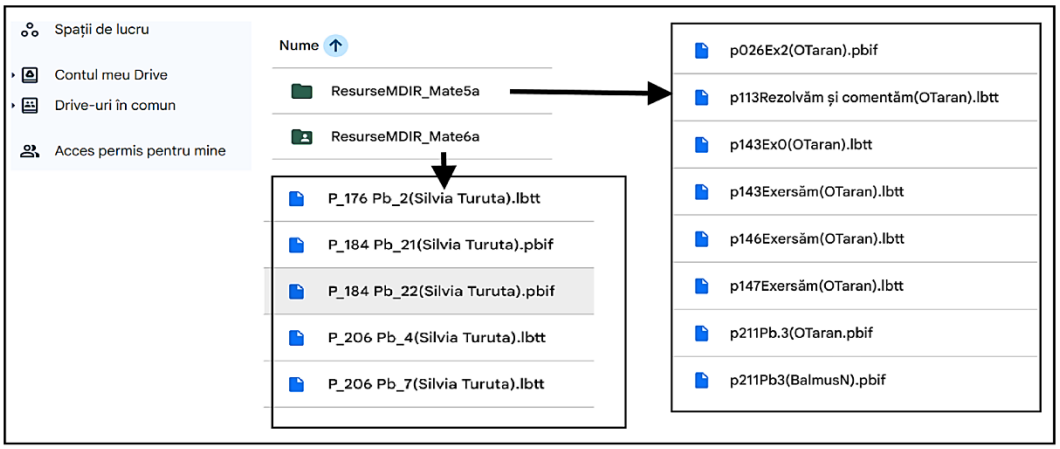


Figura 3. Secvență de lucru pe un Drive Comun corporativ

– **Partajare pin servicii cu acces global**

Serviciile de partajare de partajare a manualelor digitale dezvoltate cu MDIR Constructor descrise în compartimentele precedente II.1-II.3 sunt efective la etapa de creare, verificare și validare a resurselor digitale incorporate în paginile manualului digital. Pentru partajare variantelor finale ale manualelor digitale sunt necesare servicii cu acces global pentru descărcarea resurselor și acces securizat pentru un număr limitat de administratori care periodic vor actualiza contentul manualelor digitale. O variantă de pagină web (https://mdir.upsc.md) pentru testarea acestor tehnologii este implementată pe serverul UPSC „Ion Creangă”. O captură de ecran al serviciului pentru descărcare manualelor digitale este reprezentată în Fig. 4.



Figura 4. Captură de ecran al serviciului UPSC „Ion Creangă” de descărcare a manualelor digitale

Serviciul de logare, autentificare și încărcare a fișierelor *.zip este reprezentat în Fig. 5.

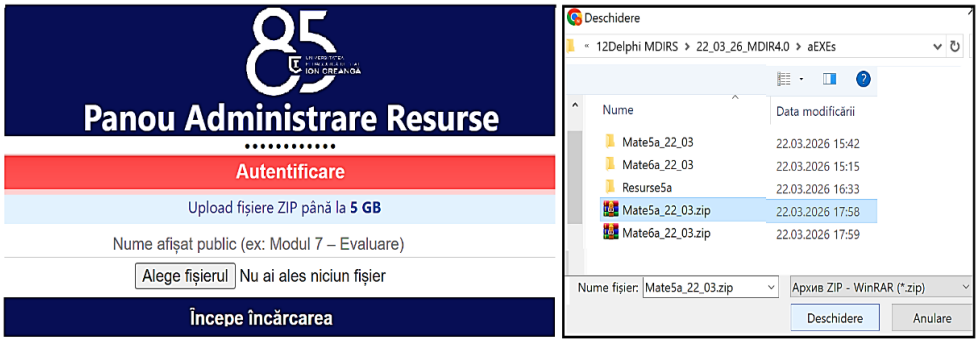


Figura 5. Secvență de logare, autentificare și încărcare a fișierelor cu manuale digitale în format arhivat, *.zip

– **Partajare cu servicii de instalare/dezinstalare**

Dosarul în care este stoca manualul digital interactiv (figura 1) este unul complex care conține diverse fișiere și dosare incorporate, numele cărora trebuie să fie păstrat. Dacă utilizatorul manualului MDIR, din întâmplare, modifică un nume de fișier sau dosar, aplicația poate să nu funcționeze. Din această perspectivă este bine ca resursele manualelor de tip MDIR să fie partajate printr-un program de instalare. Există multe aplicații cu acces liber și comercial care permit creare unui singur fișier de instalare pentru aplicațiile desktop. Una din aceste aplicații este Install Creator, dezvoltat de compania ClicTeam. Principalele caracteristici ale aplicației Install Creator sunt:

– are versiune gratuită care poate fi descărcată și instalată pe calculatorul personal;
– comprimă eficient toate resursele aplicației într-un singur fișier (*.exe) distribuibil;
– prin casete de dialog, oferă diverse posibilități de personalizare a textelor care ghidează utilizatorii în procesul de creare și instalare a aplicațiilor;
– creează pictograme în meniul Start și pe descktop;
– creează aplicația de dezinstalare;
– fișierul de instalare poate fi distribuit prin poșta electronică și servicii Drive.

De regulă, programele de instalare sunt create și distribuite de utilizatorii manualelor digitale cu statut de administrator.

Metode de diseminare a aplicaților MDIR

Manualele digitale de tip MDIR sunt concepute pentru a fi utilizate în timpul orelor de predare a disciplinelor școlare cu prezență fizică și la distanță utilizând tehnologii de proiectare pe ecrane multimedia și dispozitive mobile de diverse tipuri. Deoarece aplicația MDIR Constructor este implementată în mediul de programare Delphi FMX (FireMonkey), se recomandă ca în timpul proiectării manualelor MDIR pe ecranele calculatoarele de la care se transmite informația să fie setată scalarea de afișare la valoare 100%. În Fig. 6 este demonstrată diferența de afișare a unei secvențe de text din pagina manualului MDIR, realizată cu factorii de scalare 100% și 125%, pentru aceeași rezoluție 1920x1200, recomandată de sistemul de operare Windows.

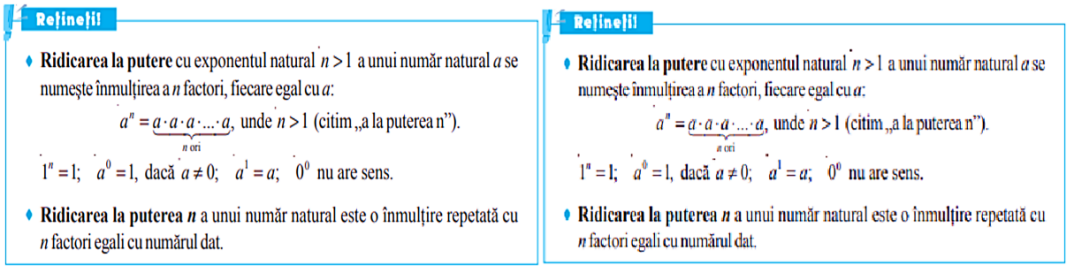


Figura 6. Exemple de proiectare a informației cu factori de scalare diferiți

Această recomandare trebuie să fie respectată și în timpul transmiterii informației cu aplicații de comunicare online, de exemplu ***meet*** sau ***zoom***.

Metode de partajare și diseminare a manualelor MDIR-Elev

Manualul digital destinat elevilor (mapa MDElev, Fig. 1) este o resursă care se generează în mod automat în aplicația MDIR Profesor. Partajarea acestei mape către elevi poate fi realizată prin metodele descrise în paragrafele I-II.

În Fig. 7 este reprezentată o captură de ecran din manualul elevului în care elevul a rezolvat un exercițiu din manual tipărit pe care profesorul la transformat în format digital (se accesează prin dublu click pe iconița). Soluția exercițiului a fost salvată în format imagine și plasat pe câmpul manualului elevului (iconița).

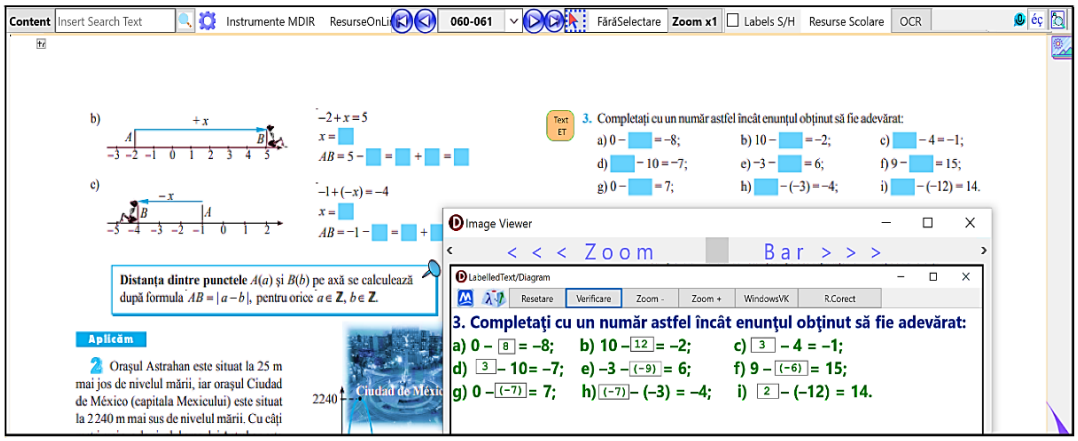


Figura 7. Exemplu de exercițiu rezolvat în format digital în manualul elevului

În mod analogic elevii pot realiza activități de învățare de concepție proprie pe care le plasează pe câmpul manualului personal în format imagine sau de alt tip acceptat de aplicația MDIR Constructor.

MDElev este o resursă personală a elevului la fel ca și manualul tipărit, caietele etc, care periodic sunt consultate și verificate de profesor. Pentru ca manualul digital al elevului să ajungă pe masa virtuală a profesorului există următoarele posibilități:

– arhivare și transmitere prin poșta electronică;
– arhivare și plasare pe un drive comun creat și gestionat de profesor;
– aplicații și software specializate care permit accesul de la distanță a aplicațiilor desktop precum:
  - Microsoft Remote Desktop (RDP): Ideal pentru utilizatorii Windows, permite accesul direct la un alt computer din aceeași rețea sau prin internet;
  - Chrome Remote Desktop: O soluție bazată pe browser-ul Google Chrome;
  - AnyDesk, TeamViewer, etc: software specializate gratuit etc.

Activități practice de creare și valorificare în procesul de instruire a manualelor digitale interactive pentru diverse discipline școlare se realizează cu masteranzii din cadrul programului de masterat „Tehnologii de creare a resurselor educaționale digitale” și cu profesorii care urmează cursuri de formare continuă în cadrul Universității Pedagogice de Stat „Ion Creangă”.

BIBLIOGRAFIE

1. BALMUȘ, N. MDIR Constructor 4.0. Certificat AGEPI de înregistrarea a drepturilor de autor și conexe. Seria PC Nr.8429 din 23.02.2026. Disponibil: https://db.agepi.md/opere/ Details.aspx? id=433373888433323263&nr=433383884433323269 [accesat 2026-03-24].
2. CHIRIAC, T., BALMUȘ, N., SÎRGHI, O. *Manualul digital interactiv: de la concept la practică: Ghid metodologic*. Chișinău: CEP UPSC, 2023. ISBN 978-9975-48-311-7.
3. MDIR. Descărcare manuale digitale (Demo). https://mdir.upsc.md/index.php [accesat 2026-03-24].
4. Manuale școlare în format PDF. https://ctice.gov.md/?page_id=447 [accesat 2026-03-24].

PROBLEME INTERDISCIPLINARE – INSTRUMENT METODOLOGIC PENTRU DEZVOLTAREA GÂNDIRII ALGORITMICE ÎN STUDIUL PROGRAMĂRII LA NIVEL LICEAL[3]

INTERDISCIPLINARY PROBLEMS – A METHODOLOGICAL TOOL FOR DEVELOPING ALGORITHMIC THINKING IN HIGH SCHOOL PROGRAMMING EDUCATION

Olesea SÎRGHI, asistent universitar, drd.,
UPS „Ion Creangă" din Chișinău

Olesea SÎRGHI, PhD Student, University Assistant,
"Ion Creanga" SPU of Chisinau
ORCID: 0000-0002-0294-3657
e-mail: schitcoolesea@gmail.com

CZU: 373.5:004.42
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p59-65

Abstract. In teaching programming, the way a teacher structures their instructional approach has a direct impact on how school students enhance their algorithmic and computational thinking in the solutions of problems. The transition from traditional models, centered on knowledge transfer and syntax practice, to modern models, oriented toward exploration, reflection, and interdisciplinary integration, represents a pedagogical necessity, not merely a methodological option. In this context, interdisciplinary problems and projects emerge as particularly effective methodological tools for fostering algorithmic and computational thinking. This article analyzes the role of interdisciplinary problems as a key methodological tool for developing algorithmic thinking among students in grades 10–12 within the study of programming languages, so that students no longer perceive algorithms as abstract exercises, but as solutions to real-world situations they recognize from mathematics, physics, chemistry, or biology. The conclusions highlight the fact that well-structured interdisciplinary problems constitute an effective methodological tool for developing algorithmic skills and preparing students for the challenges of contemporary society, while also helping to bridge the gap between the written curriculum, the taught curriculum, and the learned curriculum.

Keywords: algorithmic thinking, computational thinking, interdisciplinary problems, methodological tool.

Introducere

În activitatea curentă de la clasă, tot mai des elevii de liceu formulează frecvent întrebarea: *La ce îmi folosește programarea în viața de zi cu zi?* Această reacție, deși la prima vedere poate părea o simplă nemulțumire, în realitate indică un dezechilibru

3 Articol 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

între felul în care este proiectat demersul didactic al orei de informatică și felul în care elevii percep învățarea. Pe de altă parte, trăim într-un context în care aproape orice domeniu de activitate este atins de digitalizare, iar *a gândi algoritmic* devine o competență fundamentală, necesară nu doar specialiștilor în domeniul informaticii, ci tuturor cetățenilor unei societăți bazate pe cunoaștere [11, 33]. Societatea actuală are nevoie de oameni care știu să descompună o situație concretă în pași logici, să anticipeze consecințele și să identifice un algoritm de rezolvare. Aceste abilități se formează mai bine atunci când elevii sunt puși în fața unor probleme ce pornesc de la situații autentice, concrete, ce leagă informatica de alte domenii de studiu, care vor permite elevilor să înțeleagă nu doar cum se implementează un algoritm, dar și de ce și pentru ce se implementează.

Societatea secolului XXI, confruntându-se atât cu facilitățile, cât și cu dilemele morale sociale și individuale, pe care le aduce cu sine procesul digitalizării, solicită sisteme educaționale capabile să formeze elevi ce pot rezolva probleme, structura soluții pas cu pas și aplica o cunoaștere complexă, ce ia forma unui sistem de vase comunicante. Curriculumul Național la Informatică pentru clasele X-XII din Republica Moldova (2020) stipulează explicit că disciplina Informatica „are drept scop principal formarea și dezvoltarea gândirii algoritmice" [8, 6] și „asigurarea legăturilor interdisciplinare – abordarea unui demers didactic" interdisciplinar „strâns corelat cu toate disciplinele școlare, prin utilizarea principiilor și metodelor informatice la identificarea soluțiilor" [7, 29].

Gândire algoritmică vs. gândire computațională. În ultimii ani, în discuțiile despre predarea informaticii apar tot mai des conceptele de gândire algoritmică și gândire computațională, care la rândul lor nu sunt întotdeauna corect înțelese. În urma analizei modului de definire a acestor concepte, N. Burlacu afirmă că „gândirea algoritmică este capacitatea de a rezolva anumite probleme/însărcinări/exerciții etc. prin abilitatea de a aplica clar pași/instrucțiunile necesare, care deseori sunt stipulate și/sau se află la suprafață etc." [3, 193]. Este o gândire orientată spre *metodă*, spre construcția *pas-cu-pas a soluției*, independentă de orice suport computațional. Ciobanu M. și Popovici-Bujor V. în 2020 subliniază explicit: „*Gândirea algoritmică este mult mai generală decât cea computațională; cu resurse computaționale se pot rezolva numai problemele ce admit o abordare algoritmică*" [4, 2]. Astfel, gândirea algoritmică definită ca abilitatea de a descompune probleme complexe în pași secvențiali finiți, executabili și eficienți, reprezintă o competență cognitivă fundamentală care transcende domeniul îngust al informaticii, devenind esențială în orice activitate ce presupune procese mintale, adică în toate sferele profesionale, de la cele de domeniul concretului până la cele ce presupun abstractul.

Gândirea computațională este definită de Wing în 2006 ca fiind un mod de a aborda problemele, de a proiecta sisteme și de a înțelege fenomene, prin utilizarea conceptelor fundamentale ale informaticii (descompunere, abstractizare, recunoașterea de tipare, gândire algoritmică, evaluare) și prin exprimarea soluțiilor în modele ce pot fi executate de un calculator (uman sau mașină) [11, 33]. Așa cum argumentează Papert încă din anii 1980, învățarea programării trebuie să fie înțeleasă ca un

proces de *construire a cunoașterii* prin interacțiune activă cu medii computaționale, nu ca o însușire mecanică de comenzi [10, 27]. În acest sens, gândirea algoritmică nu se reduce la programare, ci oferă un cadru de analiză și acțiune care le permite elevilor să modeleze situații din lumea reală și să formuleze soluții reproductibile și verificabile.

Probleme interdisciplinare (PI) – valoare instrumentală

La nivelul claselor X-XII, conținuturile oferite în Curriculumul Național de Informatică (tipuri de date și instrucțiunile unui limbaj de programare de nivel înalt, structuri condiționale, cicluri, tablouri, șiruri de caractere, subprograme, algoritmi de sortare și de căutare) oferă componente esențiale care sprijină eficient învățarea programării. Pentru ca studiul programării să nu fie bazat doar pe studierea sintaxei, integrarea problemelor interdisciplinare asigură o învățare activă. Elevul va utiliza programarea pentru găsirea soluțiilor, trecând prin următoarele etape: de înțelegere și de analiză a problemei din perspectiva altor discipline, de aplicare a cunoștințelor fundamentale de matematică pentru elaborarea modelului matematic de rezolvare a problemei, de proiectare a algoritmului, de implementare a algoritmului într-un limbaj de programare studiat, de testare și validarea rezultatelor obținute.

Dacă analizăm cu atenție Curriculumul Național la Informatică pentru clasele X-XII, observăm că ideea de a lega informatica de celelalte discipline nu apare doar la nivel de recomandare, ci și este trecută explicit printre principiile de bază ale disciplinei. Documentul vorbește despre realizarea conexiunilor interdisciplinare și despre utilizarea metodelor și conceptelor din informatică pentru a rezolva probleme specifice altor domenii. Cu alte cuvinte, la nivel de documente de politică educațională, se solicită proiectarea unui demers interdisciplinar. În practică însă, mulți profesori rămân în zona exercițiilor standard, din lipsă de modele concrete sau din lipsă de timp pentru a construi astfel de situații.

Din perspectivă psihopedagogică, Amihălăchioaie și Braicov (2024) subliniază că „mecanismele psihologice ale interdisciplinarității sunt procese cognitive, afective și comportamentale care permit oamenilor să opereze în contexte care necesită integrarea cunoștințelor și perspectivelor din multiple domenii" [1, 25]. Aceste mecanisme – flexibilitatea cognitivă, gândirea creativă, empatia epistemică și toleranța la ambiguitate – sunt exact aceleași care stau la baza gândirii algoritmice avansate.

A. Globa, A. Gasnaș și S. Corlat (2021), în lucrarea sa demonstrează, printr-o analiză curriculară sistematică și prin exemple didactice concrete, că problemele cu caracter interdisciplinar nu numai că corelează cu conținutul disciplinei Informatică din ciclul liceal, dar constituie și un instrument metodologic eficient pentru predarea programării și pentru formarea gândirii algoritmice în clasele liceale, fiind integrate cu disciplinele din domeniul științelor exacte: matematica, fizica, chimia, biologia și geografia, orientate spre „dezvoltarea potențialului elevilor, determinându-i să cunoască activitatea realității înconjurătoare, să înțeleagă și să găsească relații cauzale, să dezvolte gândirea logică și abilitățile de comunicare". Autorii concluzionează că

formularea problemelor în limbaj natural, cu ancorare în lumea reală, „evidențiază relațiile interdisciplinare dintre discipline" și că utilizarea noțiunilor din alte discipline în formularea sarcinilor de programare „contribuie la fortificarea memorării și aplicării cunoștințelor anterioare în practică" [6, 50].

S. Corlat, în teza sa, propune modelul CRYPTEX [5], o structură de organizare a învățării la informatică în care elevii ajung la performanță prin rezolvarea unui șir de probleme cu caracter interdisciplinar. Acest model a fost aplicat în licee din Republica Moldova și a demonstrat că elevii pot fi duși spre niveluri înalte de performanță tocmai prin valorificarea conexiunilor dintre informatică și celelalte științe, nu doar prin obținerea de rezultate mai bune la concursuri și olimpiade, structurându-și un mod de gândire mai riguros, mai apropiat de ceea ce numim gândire algoritmică. Pentru un profesor de liceu din Republica Moldova, exemplul CRYPTEX este încurajator din două motive: în primul rând, arată că astfel de abordări pot fi implementate și în condițiile sistemului nostru educațional; în al doilea rând, oferă un cadru conceptual pe care îl putem adapta și la nivelul claselor obișnuite, nu doar în pregătirea de performanță.

N. Balmuș, în lucrările sale, demonstrează că orice problemă din manualele de matematică sau fizică poate deveni o activitate interdisciplinară de programare, prin construirea unui algoritm de rezolvare pornind de la modelul matematic și ajungând la cod de programare în Pascal, Python și C++, oferind exemple de „activități de învățare/evaluare care ar putea fi recomandate profesorilor și elevilor pentru a fi rezolvate prin cod de programare la orele de Informatică" [2, 274].

Problemele interdisciplinare nu reprezintă un simplu exercițiu didactic, ci instrumente metodologice complexe care, prin structura lor intrinsecă, activează și dezvoltă simultan multiple componente ale gândirii algoritmice. Valoarea lor instrumentală derivă din capacitatea de a integra natural conceptele programării într-un cadru semantic bogat, provenit din alte domenii ale cunoașterii.

Principii de selecție a problemelor interdisciplinare

Una dintre dificultățile pe care le întâlnește profesorul este selectarea problemelor interdisciplinare potrivite. Nu orice problemă, cu un context dintr-o altă disciplină studiată în paralel, funcționează automat ca problemă interdisciplinară bună pentru ora de informatică. Din analiza studiilor se conturează câteva principii simple, dar utile, pe care merită să le avem în minte atunci când proiectăm astfel de sarcini:

– *principiul relevanței contextuale*: contextul ales trebuie să fie deja cunoscut pentru elevi. Nu e eficient să introducem într-o oră de informatică un fenomen de fizică sau o noțiune de biologie pe care elevii încă nu le-au studiat, pentru că atenția lor va fi distribuită între înțelegerea conceptului nou din disciplina sursă și învățarea algoritmului, iar rezultatul – supraîncărcarea. Este mai sigur să ne axăm pe conținuturi însușite și să le folosim ca punct de sprijin pentru partea algoritmică.

– *principiul gradualității algoritmice*: nu orice problemă interdisciplinară este potrivită pentru orice clasă. *Algoritmizarea problemelor* selectate pentru clasa a X-a trebuie să implice structuri condiționale și cicluri repetitive, cu prelucrarea de date numerice sau logice simple. Pentru clasa a XI-a putem propune probleme care implică *prelucrarea datelor* de tip tablou unidimensional și bidimensional, șiruri de caractere, mulțimi și date structurate de tip articol [8, 21]. Nivelul de complexitate algoritmică trebuie să crească treptat, în concordanță cu materialul curricular.
– *principiul integrității algoritmice*: chiar dacă problema e localizată într-o altă disciplină, centrul de greutate al activității trebuie să rămână pe algoritm. Scopul nu este organizarea unei lecții suplimentare de chimie sau biologie, ci folosirea acelor conținuturi pentru exersarea modului de gândire în pași: analiză, descompunere, formulare de condiții, alegerea structurilor de date, verificare. De aceea, după prezentarea contextului îngust, este important să ghidăm elevii spre abstractizare: identificarea datelor de intrare, identificarea datelor de ieșire, identificarea metodei și a condițiilor de rezolvare, altfel riscăm să ne îndepărtăm de obiectivele principale ale orei de informatică.

- *principiul reflecției metacognitive*: fiecare problemă interdisciplinară merită câteva minute, la final, pentru a discuta explicit ce s-a întâmplat în planul cognitiv. Întrebări de tipul *Ce tipar algoritmic am folosit*? *În ce probleme s-ar putea aplica repetat acești pași*? îi ajută pe elevi să conștientizeze că au antrenat un mod general de abordare. Din perspectiva formării gândirii algoritmice, reflecția este la fel de importantă ca scrierea propriu-zisă a codului.
- *principiul fezabilității didactice*: o problemă interdisciplinară trebuie să fie realizabilă în condițiile limitate ale lecției sau într-un număr rezonabil de ore. O sarcină cu mult mai complexă, dar dilatată pe un număr prea mare de ore, riscă să piardă din consistență și să rateze în plan larg obiective unității de învățare. Este importantă, prin urmare, dozarea volumului de date și cerințe astfel încât problema să rămână complexă, dar gestionabilă.

Aplicarea consecventă a acestor principii asigură o strategie coerentă de formare a gândirii algoritmice la nivelul claselor X-XI.

Concluzii

1. Predarea informaticii în liceu se desfășoară într-un context marcat de apariția și utilizarea zilnică a internetului, a tehnologiilor informației și comunicațiilor, a mediilor Web 2.0, a inteligenței artificiale și a rețelelor sociale, care stabilesc noi grade de complexitate cognitivă și socială. Această realitate impune trecerea de la un model didactic centrat pe predarea limbajului de programare la unul axat pe dezvoltarea capacităților de integrare a perspectivelor, gestionarea și interpretarea critică a fluxurilor de date și informații. În acest cadru, gândirea computațională oferă un reper conceptual și metodologic pentru restructurarea demersului didactic în predarea disciplinei Informatica.

2. Delimitarea conceptuală dintre gândirea algoritmică și gândirea computațională se dovedește esențială pentru coerența formării la disciplina Informatică. Gândirea algoritmică, având la bază modelarea matematică și logică, vizează capacitatea elevului de a modela riguros o problemă, de a o descompune în subprobleme, de a structura un algoritm de rezolvare bine definit și de a evalua corectitudinea și completitudinea soluției. Gândirea computațională, se extinde asupra procesului de reprezentare a datelor, automatizare, proiectare de sisteme și utilizare efectivă a resurselor de calcul. Pentru nivelul claselor X-XII, accentul pe nucleul algoritmic aduce râvnita claritate a obiectivelor de învățare și oferă un cadru operațional pentru evaluarea progresului elevilor.
3. Rezultatele cercetărilor analizate confirmă superioritatea problemelor interdisciplinare față seturile tradiționale de exerciții, ele fiind, în condiții bine gestionate din punct de vedere didactic, un instrument cu o sporită eficiență în dezvoltarea gândirii algoritmice. Introducerea sistematică a unor sarcini ancorate în matematica, fizica, chimia, biologia sau alte discipline studiate în paralel contribuie la creșterea performanțelor imediate, dar mai ales la consolidarea pe termen lung a cunoștințelor. Interdisciplinaritatea transcende statutul de pretenție metodică și devine un procedeu indispensabil într-un sistem educațional modern.
4. Principiile formulate pentru selecția problemelor interdisciplinare – relevanță contextuală, gradualitate algoritmică, integritate algoritmică, reflecție metacognitivă și fezabilitate didactică – conturează un cadru de decizie profesionist ce are drept scop înlesnirea proiectării de activități la nivel de unitate de învățare și de lecție.

În fine, din perspectiva profesorului de informatică din învățământul liceal, concluziile acestei cercetări susțin necesitatea unei repoziționări deliberate a predării programării: de la o practică axată preponderent pe exerciții tehnice către un demers didactic în care problemele interdisciplinare devin nucleul ce asigură dobândirea competențelor. Această abordare nu reduce din complexitatea competențelor tehnice, ci le completează în valoarea unui obiectiv formativ superior: formarea absolventului capabil să abordeze situații complexe printr-un mod de gândire algoritmic, transferabil dincolo de disciplina Informatică.

BIBLIOGRAFIE

1. AMIHĂLĂCHIOAE, A., BRAICOV, A. Psychological mechanisms of interdisciplinary knowledge, Acta et Commentationes, Sciences of Education, nr. 4(38), Chisinau, 2024. ISSN 1857-0623. Disponibil: https://revistaust.upsc.md/index.php/acta_educatie/article/view/1054/1029 [accesat 2026-04-01].
2. BALMUȘ, N. Activități interdisciplinare de informatică pentru manualele digitale de matematică clasa a V-a. In: Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale, (concept STEAM), Ed. Ediția a 5-a, 31 octombrie - 1 noiembrie 2025, Chișinău. Chișinău: CEP UPSC, 2025, Ediția 5, pp. 268-275. ISBN (pdf) 978-5-86654-577-3.
3. BURLACU, N. Gândire algoritmică: concept și analiză a resurselor educaționale digitale formative. In: Conferința Națională de Învățământ Virtual: proc. CNIV, ed. 17, 25-26

Octombrie 2019, București, România, 2019, pp. 93-98. ISSN 1842-4708. Disponibil: https://repository.utm.md/handle/5014/18209?show=full [accesat 2026-04-01].

4. CIOBANU, M., POPOVICI-BUJOR, V. Geneza conceptului de gândire algoritmică și natura matematicii. În Academos. Nr. 3 (2020), pp. 28-37. ISSN 1857-0461 Disponibil: https://www.liceulprometeuprotalent.md/wp-content/uploads/2020/11/CiobanuMitrofan-pdf-2-2.pdf [accesat 2026-04-01].
5. CORLAT, S. Abordări interdisciplinare pentru instruirea de performanță la Informatică. Teză de doctor în științe ale educației. Chișinău: Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă" / Universitatea de Stat din Tiraspol. 2025. Disponibil: https://anacec.md/files/Corlat-teza.pdf [accesat 2026-04-01].
6. GLOBA, A., GASNAȘ, A., CORLAT, S. Inter și transdisciplinaritatea dintre disciplinele reale și ale naturii, abordate în conținuturile de informatică din sistemul preuniversitar. In: Acta et Commentationes (Științe ale educației). 2021, nr. 1(23), pp. 36-51. ISSN 1857-0623. Disponibil: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/36-51_0.pdf [accesat 2026-04-01].
7. Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova, Curriculum Național. Aria curriculară Matematică și Științe. Disciplina Informatica (clasele VII-IX) Chișinău, 2019. Disponibil: https://mecc.gov.md/sites/default/files/informatica_curriculum_gimnaziu_rom.pdf [accesat 2026-04-01].
8. Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova. Curriculum Național. Informatică (clasele X-XII)/ Curriculum disciplinar: Ghid de implementare, coordonatori: CUTASEVICI, A., CRUDU, V., PRISĂCARU, A.; grupul de lucru: GREMALSCHI, A. (coordonator), Chișinău, Lyceum, 2020 (F.E.-P. „Tipografia Centrală"). 120 p. ISBN 978-9975-3436-2-6. Disponibil: https://mecc.gov.md/sites/default/files/informatica_liceu_ro_0.pdf [accesat 2026-04-01].
9. Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova. Ghid metodologic la disciplina Informatică pentru liceu. Coord. GREMALSCHI, A. Chișinău, 2019. MEC. Disponibil: https://mecc.gov.md/sites/default/files/ghid_informatica_liceu_3.pdf [accesat 2026-04-01].
10. PAPERT, S. Mindstorms: children, computers, and powerful ideas. Basic Books, 1980. ISBN:0-465-04629-0 Disponibil: https://www.media.mit.edu/publications/mindstorms/ [accesat 2026-04-01].
11. WING, J. M. Computational Thinking, Communications of the ACM March, 2005, Vol. 49, No. 3, pp. 33-35. Disponibil: https://www.cs.princeton.edu/~chazelle/courses/BIB/jeannette-wing.pdf [accesat 2026-04-01].

CANVA AI CA INSTRUMENT PENTRU OPTIMIZAREA PROCESULUI DE PREDARE-ÎNVĂȚARE A MATEMATICII ÎN ÎNVĂȚĂMÂNTUL PRIMAR

CANVA AI AS A TOOL FOR OPTIMIZING THE TEACHING–LEARNING PROCESS IN PRIMARY MATHEMATICS EDUCATION

Victoria EFROS, cercetător științific stagiar,
UPS „Ion Creangă" din Chișinău

Victoria EFROS, Scientific Researcher Trainee,
"Ion Creanga" SPU of Chisinau
ORCID: 0009-0001-9419-7785
e-mail: victoria.efros.mdir@gmail.com

CZU: 373.3.016:51+004.8
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p66-73

Abstract. The paper analyzes the use of Canva AI as a tool for optimizing the teaching–learning process of mathematics in primary education. In the context of educational digitalization, the study highlights the platform's role in creating interactive materials and adapting activities to students' needs. The applied study conducted in the 4th grade, within the unit "Fractions", shows that Canva AI increases student engagement, facilitates immediate feedback, and improves instructional design efficiency.

Keywords: Canva AI; mathematics; primary education; fractions; interactive activities; artificial intelligence; digitalization.

Introducere

Procesul de digitalizare a educației reprezintă una dintre direcțiile prioritare ale sistemelor educaționale contemporane, determinată de evoluția accelerată a tehnologiilor informaționale și de necesitatea adaptării demersului didactic la cerințele societății digitale. În acest context, integrarea instrumentelor bazate pe inteligență artificială (AI) în procesul de predare-învățare capătă o relevanță deosebită, oferind posibilități extinse de proiectare, personalizare și eficientizare a activităților didactice.

În învățământul primar, disciplina Matematică ocupă un rol fundamental în formarea gândirii logice, a capacităților de analiză și a competențelor de rezolvare a problemelor. Totodată, specificul vârstei școlare mici impune utilizarea unor strategii didactice interactive, vizuale și adaptate nivelului de dezvoltare cognitivă al elevilor. În acest sens, optimizarea procesului de predare-învățare a matematicii presupune nu doar transmiterea conținuturilor curriculare, dar și crearea unor contexte educaționale dinamice, stimulative și centrate pe elev.

Instrumentele Canva AI oferă un cadru digital flexibil pentru elaborarea rapidă a materialelor didactice, generarea de conținut educațional, crearea jocurilor interactive și personalizarea sarcinilor de lucru. Prin utilizarea funcționalităților de generare

asistată de AI, cadrul didactic poate proiecta activități adaptate nivelului de pregătire al elevilor, poate diversifica metodele de predare și poate spori gradul de implicare activă a acestora în procesul de învățare.

În acest context, se impune analiza potențialului pedagogic al instrumentelor Canva AI ca mijloc de optimizare a procesului de predare-învățare a matematicii în învățământul primar, din perspectiva eficienței didactice și a valorii formative.

Scopul lucrării constă în analiza și valorificarea posibilităților oferite de instrumentele Canva AI în optimizarea procesului de predare-învățare a matematicii în învățământul primar, prin proiectarea și integrarea unor activități didactice interactive.

Obiectivele cercetării

Analiza cadrului teoretic privind optimizarea procesului de predare-învățare a matematicii în ciclul primar în contextul digitalizării educației.

Identificarea funcționalităților Canva AI relevante pentru proiectarea materialelor și activităților didactice la matematică.

Proiectarea și implementarea unor activități interactive (jocuri didactice) pentru clasa a IV-a, utilizând instrumentele Canva AI.

Evaluarea impactului utilizării acestor instrumente asupra eficienței procesului de învățare.

Repere teoretice privind optimizarea procesului de predare-învățare a matematicii în învățământul primar

Particularități ale învățării matematicii în ciclul primar

Învățarea matematicii în ciclul primar se caracterizează printr-o puternică dimensiune concret-intuitivă, specifică nivelului de dezvoltare cognitivă al elevilor. În această etapă, elevii construiesc concepte matematice fundamentale prin intermediul experiențelor vizuale, al manipulării obiectelor și al reprezentărilor grafice. Noțiunile abstracte sunt interiorizate gradual, prin trecerea de la situații concrete la reprezentări simbolice.

Optimizarea procesului de predare-învățare presupune utilizarea unor strategii didactice care facilitează înțelegerea relațiilor matematice, dezvoltarea gândirii logice și consolidarea competențelor de rezolvare a problemelor. Activitățile interactive, suporturile vizuale și exercițiile aplicative contribuie la creșterea gradului de implicare și la reducerea dificultăților conceptuale.

Conceptul de *optimizare didactică* vizează creșterea eficienței procesului educațional prin utilizarea unor metode, mijloace și strategii care asigură atingerea obiectivelor curriculare într-un mod coerent și adaptat particularităților elevilor. În cazul matematicii, optimizarea presupune claritatea explicațiilor, diversificarea sarcinilor de lucru, utilizarea feedbackului imediat și valorificarea tehnologiilor digitale.

Instrumentele digitale contribuie la reducerea timpului de proiectare didactică și la crearea unor contexte interactive care stimulează participarea activă a elevilor.

Prin integrarea tehnologiilor emergente, cadrul didactic poate adapta conținuturile la niveluri diferite de dificultate și poate monitoriza progresul elevilor într-un mod mai eficient.

Rolul instrumentelor digitale și al inteligenței artificiale în educație

Integrarea instrumentelor digitale în procesul educațional a determinat transformări semnificative în modul de organizare a activităților didactice. Platformele interactive și aplicațiile educaționale permit crearea unor medii de învățare dinamice, adaptative și centrate pe elev.

Inteligența artificială generativă adaugă o dimensiune suplimentară procesului de proiectare didactică, oferind posibilitatea generării rapide a conținuturilor educaționale, a exercițiilor diferențiate și a materialelor vizuale. Cu toate acestea, utilizarea AI în educație necesită o abordare critică și responsabilă, cadrul didactic rămânând principalul garant al corectitudinii științifice și al coerenței metodologice.

Digitalizarea educației este susținută atât la nivel național, prin prevederile Codului educației al Republicii Moldova [1], cât și la nivel european, prin Planul de Acțiune pentru Educația Digitală 2021–2027 [2], care promovează integrarea tehnologiilor emergente în procesul educațional.

Integrarea tehnologiilor digitale în educație este corelată cu dezvoltarea competențelor-cheie și cu modernizarea procesului didactic, aspecte subliniate în documentele strategice europene și naționale privind transformarea digitală a educației [2], [3].

Canva AI – funcționalități relevante pentru didactica matematicii

Canva AI reprezintă un instrument digital integrat care permite generarea rapidă a conținuturilor educaționale, proiectarea materialelor vizuale și elaborarea activităților interactive. Din perspectiva didacticii matematicii, funcționalitățile sale pot fi valorificate pentru optimizarea etapelor de proiectare, implementare și evaluare a activităților de învățare.

Generarea asistată de AI facilitează elaborarea exercițiilor diferențiate, adaptate nivelului de dificultate corespunzător clasei a IV-a. Profesorul poate formula prompturi specifice pentru crearea itemilor de tip alegere multiplă, completare sau potrivire, reducând timpul necesar redactării manuale a materialelor.

Un alt avantaj constă în posibilitatea creării materialelor vizuale sugestive, esențiale în predarea matematicii la ciclul primar. Reprezentările grafice ale fracțiilor, schemele ilustrative sau infograficele contribuie la consolidarea înțelegerii conceptuale și la diminuarea caracterului abstract al noțiunilor matematice. Totodată, Canva AI permite elaborarea jocurilor interactive și a aplicațiilor simple în cod (HTML), care oferă feedback imediat elevilor. Acest tip de interactivitate sprijină autoreglarea învățării și crește gradul de implicare activă în rezolvarea sarcinilor.

Din perspectivă metodologică, utilizarea Canva AI nu substituie rolul cadrului didactic, ci îl completează, oferind suport în optimizarea procesului de predare-învățare și în diversificarea strategiilor didactice.

Aplicarea Canva AI în proiectarea activităților didactice la matematică (clasa a IV-a)

Aplicarea practică a instrumentelor Canva AI a fost realizată în cadrul unității de învățare „Fracțiile", la clasa a IV-a, în conformitate cu prevederile curriculare privind formarea competențelor de utilizare și interpretare a fracțiilor ordinare. Activitățile au vizat consolidarea conceptului de fracție ca parte din întreg, identificarea fracțiilor echivalente și compararea fracțiilor cu același numitor sau același numărător.

Demersul didactic a fost conceput astfel încât jocurile interactive să fie integrate în diferite momente ale lecției: captarea atenției, fixarea noțiunilor și evaluarea formativă. Utilizarea Canva AI a permis elaborarea rapidă a materialelor digitale adaptate nivelului de pregătire al elevilor și particularităților de vârstă, oferind un cadru vizual atractiv și interactiv.

Contextul aplicativ a urmărit valorificarea potențialului tehnologic al platformei în scopul optimizării procesului de predare-învățare, prin creșterea gradului de implicare activă a elevilor și facilitarea feedback-ului imediat.

Etapele proiectării jocurilor interactive cu Canva AI

Proiectarea jocurilor interactive a urmat un demers metodologic structurat, centrat pe corelarea competențelor vizate cu tipul de activitate digitală propusă. În prima etapă, au fost selectate competențele specifice aferente temei „Fracțiile", precum recunoașterea reprezentărilor grafice și stabilirea relațiilor de echivalență.

În etapa următoare, au fost formulate prompturi clare pentru generarea itemilor cu ajutorul Canva AI, specificând nivelul clasei, tipul exercițiului și forma de feedback dorită. Conținuturile generate au fost verificate din perspectiva corectitudinii matematice și a adecvării didactice. Ulterior, materialele au fost integrate într-un format interactiv, utilizând funcționalitățile de creare a quizurilor și a aplicațiilor simple în cod (HTML). Etapa finală a constat în testarea jocurilor și ajustarea itemilor în funcție de nivelul de dificultate și de reacțiile elevilor. Acest proces etapizat evidențiază faptul că utilizarea Canva AI presupune o intervenție pedagogică activă, cadrul didactic având rolul de a asigura coerența metodologică și validitatea științifică a conținuturilor generate.

Valorificarea Canva AI în optimizarea procesului de predare-învățare a matematicii (studiu aplicativ)

În cadrul demersului aplicativ a fost elaborată platforma web educațională integrată „Atelierul fracțiilor", realizată cu ajutorul Canva AI și al funcționalităților de generare de conținut și cod interactiv. Aplicația a fost concepută ca un mediu digital unitar care îmbină prezentarea noțiunilor teoretice, exersarea ghidată și evaluarea formativă și sumativă, în conformitate cu cerințele curriculare pentru clasa a IV-a.

Platforma permite acces individualizat al elevilor prin introducerea numelui propriu la începutul activității, ceea ce contribuie la personalizarea experienței de

învățare și la crearea unui parcurs educațional adaptat fiecărui utilizator. În același timp, sistemul oferă cadrului didactic posibilitatea de a monitoriza activitatea elevilor, inclusiv rezultatele obținute, timpul petrecut în aplicație și numărul de încercări, facilitând analiza progresului și intervenția didactică diferențiată.

Structura platformei este organizată modular, fiecare secțiune fiind dedicată unei competențe specifice din cadrul unității „Fracțiile". Parcurgerea conținuturilor urmează o progresie logică: înțelegerea fracției ca parte din întreg, compararea fracțiilor, efectuarea operațiilor și evaluarea finală integrată. Această structurare permite elevilor să avanseze etapizat, consolidând treptat conceptele și algoritmii de calcul.

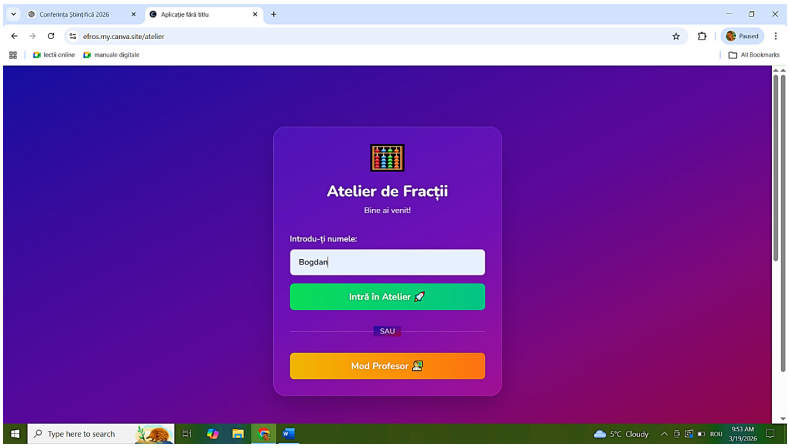


Figura 1. Pagina principală

Modulul de identificare și reprezentare a fracțiilor

Primul modul al platformei este dedicat formării reprezentării conceptuale a fracției ca parte din întreg. Activitățile includ reprezentări grafice variate (cercuri, dreptunghiuri, figuri divizate în părți egale), în care anumite segmente sunt evidențiate cromatic. Elevii trebuie să identifice fracția corespunzătoare, selectând răspunsul corect sau introducând forma simbolică a fracției.

Exercițiile sunt concepute gradual, începând cu situații simple (fracții cu numitori mici) și continuând cu exemple mai complexe, care presupun analiză atentă a numărului total de părți și a părților colorate. Feedbackul imediat explicativ oferit de aplicație sprijină corectarea erorilor și clarificarea relației dintre numărător și numitor. Prin acest modul se realizează trecerea de la reprezentarea intuitivă la simbolizarea matematică riguroasă.

Modulul de comparare a fracțiilor

Al doilea modul este orientat spre dezvoltarea competenței de comparare a fracțiilor. Activitățile includ situații cu același numitor, același numărător, precum și cazuri elementare cu numitori diferiți, adaptate nivelului cognitiv al elevilor din ciclul primar.

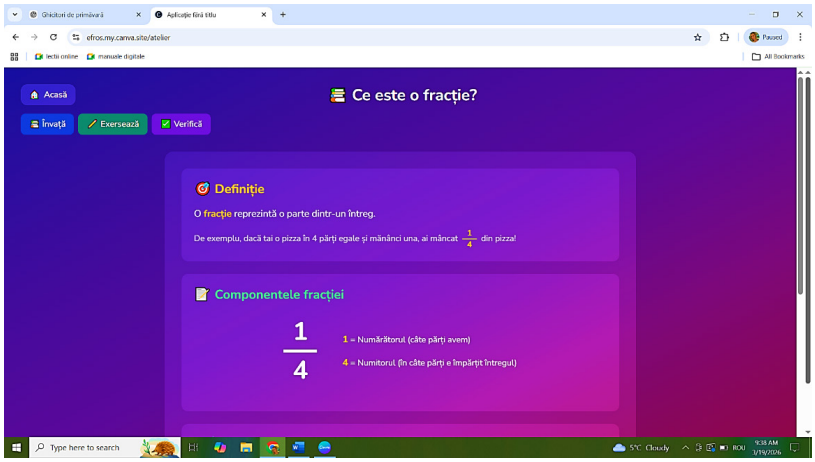


Figura 2. Prezentarea fracțiilor

Structura exercițiilor este progresivă: elevii compară inițial fracții cu numitor comun, aplicând regula comparării numărătorilor, apoi fracții cu același numărător, analizând mărimea părților, și ulterior situații care necesită identificarea unui numitor comun. Interfața interactivă solicită selectarea semnului corespunzător (<, >, =), iar feedback-ul oferă explicații concise privind raționamentul corect. Acest modul contribuie la dezvoltarea gândirii logice și la consolidarea relațiilor de ordine între fracții.

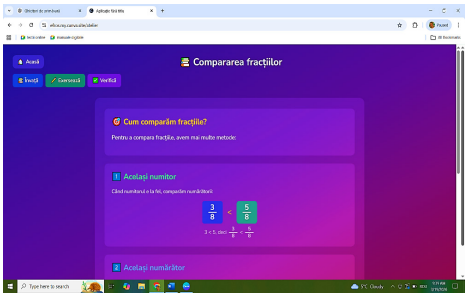


Figura 3. Operații cu fracții

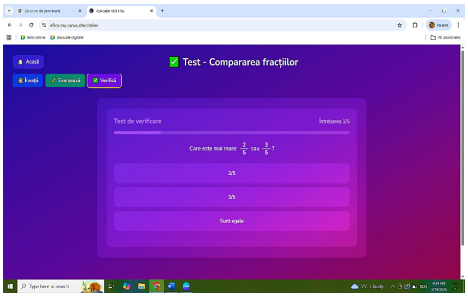


Figura 4. Operații cu fracții

Modulul de operare cu fracții vizează aplicarea algoritmilor de calcul în cazul adunării și scăderii fracțiilor cu numitor comun și diferit, precum și introducerea unor situații elementare de înmulțire și împărțire. Activitățile sunt structurate pe niveluri de dificultate, asigurând consolidarea regulilor înainte de trecerea la situații mai complexe.

În cazul fracțiilor cu numitor comun, elevii exersează adunarea și scăderea numărătorilor, păstrând numitorul, în timp ce pentru numitori diferiți sunt ghidați în identificarea unui numitor comun și transformarea fracțiilor în fracții echivalente. Exercițiile includ atât itemi algoritmici, cât și situații problematizate, care solicită aplicarea fracțiilor în contexte concrete. Feedbackul automat contribuie la consolidarea corectă a mecanismelor de calcul și la prevenirea erorilor recurente.

Testul final integrator al platformei „Atelierul Fracțiilor” reunește itemi din toate modulele anterioare și urmărește evaluarea integrată a competențelor formate. Structura testului include exerciții de identificare grafică a fracțiilor, comparare, efectuare de operații și aplicare contextualizată. Elevii introduc numele la începutul testului, ceea ce permite personalizarea experienței de evaluare.

Designul vizual este realizat în culori deschise, pastelate, cu ilustrații discrete și un layout aerisit, adaptat particularităților psihopedagogice ale elevilor din învățământul primar. Rezultatul final este generat automat, fiind însoțit de un mesaj personalizat în funcție de punctajul obținut. Astfel, testul îndeplinește atât funcția sumativă, cât și pe cea formativă, orientând elevul spre consolidarea ulterioară a competențelor insuficient dezvoltate.

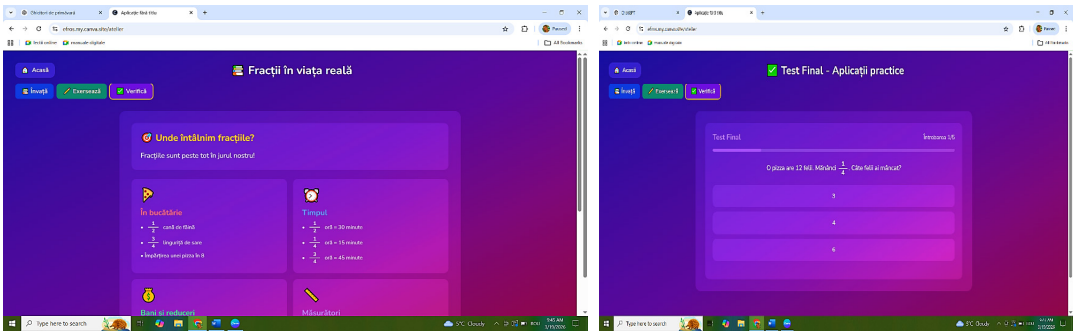


Figura 5. Operații cu fracții

Impactul utilizării Canva AI asupra eficienței procesului de predare-învățare

Implementarea platformei „Atelierul Fracțiilor” a evidențiat o creștere a nivelului de implicare activă a elevilor, determinată de caracterul interactiv și vizual al activităților. Feedbackul imediat a redus timpul de corectare și a facilitat autoreglarea învățării, iar structurarea modulară a conținuturilor a permis adaptarea ritmului de lucru la particularitățile fiecărui elev. Din perspectiva cadrului didactic, utilizarea Canva AI a contribuit la optimizarea timpului de proiectare a materialelor, la diversificarea tipurilor de itemi și la integrarea rapidă a evaluării digitale în procesul instructiv-educativ. Instrumentul nu substituie rolul profesorului, ci îl sprijină în organizarea unui demers metodologic coerent și adaptat contextului digital actual.

Concluzii. Studiul aplicativ realizat prin platforma „Atelierul Fracțiilor” demonstrează că integrarea Canva AI în predarea matematicii la clasa a IV-a poate contribui semnificativ la optimizarea procesului de predare-învățare. Organizarea modulară, interactivitatea și feedbackul automat facilitează formarea competențelor matematice într-un mod atractiv și eficient. În contextul transformării digitale a educației, utilizarea responsabilă și metodologic fundamentată a instrumentelor bazate pe inteligență artificială poate susține modernizarea demersului didactic și adaptarea acestuia la nevoile actuale ale elevilor.

BIBLIOGRAFIE

1. Codul educației al Republicii Moldova nr. 152 din 17.07.2014. Monitorul Oficial al Republicii Moldova, nr. 319–324/634 (2014). Disponibil: https://www.legis.md [accesat 2026-03-02].
2. EUROPEAN COMMISSION. Digital Education Action Plan 2021–2027: Resetting education and training for the digital age. Brussels, 2020. Disponibil: https://education.ec.europa.eu [accesat 2026-03-02].
3. MEC AL REPUBLICII MOLDOVA. Strategia de transformare digitală a educației. Chișinău, 2022.
4. „Atelierul Fracțiilor – Fracții clasa a IV-a" (site educațional interactiv, incluzând lecții și teste). Disponibil online: https://fractiiclasa4.my.canva.site/atelierulfractiilor [accesat 2026-03-02].

THE DIDACTIC POTENTIAL OF A SIMPLE PHYSICAL EXPERIMENT IN DEVELOPING PRACTICAL COMPETENCES AND PREPARING STUDENTS FOR REAL LIFE (BASED ON THE AUTHOR'S TEXTBOOK "PHYSICS IN REAL LIFE")

POTENȚIALUL DIDACTIC AL EXPERIMENTULUI FIZIC SIMPLU ÎN DEZVOLTAREA COMPETENȚELOR PRACTICE ȘI PREGĂTIREA ELEVILOR PENTRU VIAȚA REALĂ (ÎN BAZA MATERIALELOR DIN SUPORTUL DIDACTIC DE AUTOR „FIZICA ÎN VIAȚA REALĂ")

Serhii KAPTALAN, conf. univ., dr.,
Universitatea Națională de Economie din Odesa

Serhii KAPTALAN, PhD, Associate Professor,
Odesa National Economic University,
ORCID: 0000-0002-0298-9524
e-mail: fatfru@gmail.com

CZU: 373.5.016:53
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p74-80

Rezumat. Articolul abordează problema critică a reducerii decalajului dintre studiul teoretic al curriculumului școlar de fizică și capacitatea elevilor de a aplica aceste cunoștințe științifice în viața de zi cu zi. Este argumentată valoarea didactică ridicată a experimentelor fizice practice, realizate cu obiecte casnice obișnuite, ca instrument eficient pentru dezvoltarea alfabetizării funcționale și a competențelor de viață. Se prezintă o sinteză conceptuală a manualului autorului „Fizica în viața reală", care include un complex sistematizat de aproximativ 300 de experimente simple și sigure, concepute special pentru ciclul gimnazial (clasele 6-9). Lucrarea analizează cauzele fundamentale ale scăderii interesului pentru științele exacte și demonstrează că experimentele accesibile pot compensa cu succes lipsa echipamentelor moderne de laborator din multe școli. Mai mult, articolul descrie un ecosistem educațional inovator „Elev – Profesor – Părinte", care se conturează în mod natural atunci când cercetările fizice realizate acasă sunt integrate în procesul educațional formal. Sunt oferite exemple specifice de experimente practice care promovează gândirea inginerească și o înțelegere mai profundă a lumii înconjurătoare. Autorul concluzionează că o abordare empirică, orientată spre practică, crește radical motivația elevilor, elimină anxietatea academică și transformă eficient cunoștințele academice abstracte într-o experiență tangibilă, aplicabilă în viața reală.

Cuvinte-cheie: metodica predării fizicii, alfabetizare funcțională, experiment practic, echipament accesibil, motivația elevilor, ecosistem educațional.

In the context of the rapid transformation of modern society and the transition to a knowledge economy, natural science literacy is becoming a crucial component of the general foundational culture of every developed individual. Physics, as the fundamental basis for understanding the surrounding material world, forms a reliable foundation for comprehending the underlying processes occurring both in related

scientific disciplines and in everyday reality. As Professor F. N. Shvedov, a classic figure in the national methodology of science teaching, rightly and presciently noted, it is absolutely impossible to become a fully-fledged, highly qualified specialist in any existing branch of natural science without relying on precise physical laws and principles [5, 33].

However, a detailed retrospective and current analysis of modern educational practice inexorably reveals a deep systemic contradiction. On the one hand, at the state level, the exceptionally high importance of physics for ensuring scientific and technological progress and the innovative development of society is continuously declared. On the other hand, in mainstream schools, there is a persistent gap, formed over years, between students' strictly academic, theoretical knowledge and their actual ability to apply this fundamental knowledge in practice, in unconventional real-life situations. In the perception of the modern student, physics is often positioned as a subject detached from real life, dry, overloaded with complex mathematical apparatus, and excessively difficult to master. Middle school students are capable of mechanically reproducing a complex formula or a memorized formulation of a law, yet they experience immense cognitive difficulties at the slightest attempt to explain the most mundane natural or everyday phenomena, such as the formation of condensation, the principle of a lever, or the causes of an electrical short circuit.

The described methodological crisis is significantly exacerbated by objective socio-economic factors, including the steady reduction of classroom hours allocated to the study of natural science subjects and the widespread, critical shortage of modern material and technical equipment in school laboratories. All of this naturally leads to the gradual erosion of practical and research methods from the daily educational process and the detrimental replacement of real physical experiments with their abstract textual descriptions or lifeless diagrams on the chalkboard [3, 248].

As a response to the challenges of the times and the lack of equipment, an active and sometimes aggressive digitalization of the educational environment is occurring today. The use of computer sensors, digital measurement systems, and virtual simulators for laboratory work is becoming the new educational norm. Nevertheless, pedagogical psychology warns: at the initial stage of the systematic study of physics, which corresponds to the gymnasium cycle and the age of 11-15 years, an excessive reliance on digital technologies harbors a serious danger. At this age, adolescents are just beginning to develop fully-fledged abstract-logical thinking, which requires a solid foundation in sensory-concrete, tactile experience. The substitution of a physical phenomenon with the digital algorithm of a „black box" result in the process being hidden inside the device's microchip, while the student only sees the final result in the form of a perfect graph on the monitor. In this context, the most crucial stage of meaningful, empirical cognition of matter is irretrievably lost.

It is important to emphasize the psychophysiological aspect of the educational process in the gymnasium cycle. The transition from visual-figurative to verbal-logical thinking cannot be accomplished abruptly, solely through the visual perception of abstract formulas [1, 141]. The adolescent brain is in acute need of tactile, sensory

reinforcement of the information received. When a student builds a simple electrical circuit or constructs a lever with their own hands, the motor centers of the cerebral cortex, which are neurobiologically linked to the centers of speech and logic, are activated. Thus, manual research activity acts not merely as a supplementary illustrative element, but as a fundamental physiological catalyst for the development of higher cognitive functions.

To form genuine, sustainable life competencies, it is necessary to definitively tear down the artificially erected barrier between the academic physics classroom and the real environment of the student's daily life, whether it be their home kitchen, garage, or the street. The most effective, honest, and reliable tool in solving this complex didactic task is a simple full-scale experiment [2, 230]. This method has a number of undeniable advantages. First, there is absolute cognitive transparency. In experiments using the most common everyday materials, there are no hidden electronic or mechanical components. The entire physics of the investigated process is completely open to direct, live visual and tactile observation. Second, there is unprecedented accessibility. The use of plastic containers, fasteners, office supplies, water, and cardboard elegantly solves the acute and painful problem of the total deficit of specialized, expensive equipment in educational institutions. Third, the independent, manual construction of an experimental setup from non-specialized household items powerfully stimulates the development of engineering thinking, spatial logic, planning skills, and fine motor skills of the hands. Fourth, a radical transformation of the student's motivational sphere occurs. Practical, research activity with familiar objects permanently eliminates the fear of a complex and incomprehensible science. External, often compulsory educational motivation based on the need to get a good grade is organically replaced by a deep internal cognitive interest and a genuine desire to understand the true structure of the surrounding physical reality.

Recognizing the acute need for the practical implementation of the described methodological approach, we undertook a large-scale effort to systematize experimental physical knowledge, resulting in the development of the author's textbook "Physics in Real Life". This book represents a fundamental educational and methodological complex of over three hundred pages. The manual meticulously selects, describes, and didactically processes about 250 full-scale experiments that completely cover the entire curriculum of the gymnasium cycle from the sixth to the ninth grade. The development of the textbook was carried out not in isolation from the realities of the school, but in strict, unswerving compliance with current state educational policy and regulatory documents. The architecture of the book is logically structured according to the classical spiral principle with a gradual increase in the complexity of the scientific material: from the basic concepts of kinematics, dynamics, and simple mechanisms, through thermal phenomena and thermodynamics, to the fundamentals of electrodynamics, wave optics, as well as elements of quantum physics and astronomy, explained at an accessible level. Every single experimental task in the book has a strictly regulated methodological structure, precluding a superficial approach to the experiment as mere entertainment. This structure includes: a clear formula-

tion of the research problem, setting an objective, a comprehensive list of necessary household inventory, a detailed step-by-step algorithm of actions, the recording of observed empirical results, a rigorous scientific justification of the occurring process, and, most importantly, the formulation of a conclusion directly applicable in everyday life. Special, priority attention in the selection of experiments was given to compliance with the Assessment Regulations, ensuring that each task works to test specific competencies, as well as the strictest adherence to Safety Rules, adapted to the psychophysiological age characteristics of adolescents during their independent work with various materials.

In the context of implementing this textbook, the very concept of "functional literacy" acquires concrete, measurable dimensions. This involves the formation of a broad spectrum of meta-subject skills. These include the capacity to critically evaluate everyday technical information, the ability to thoughtfully read and strictly follow assembly instructions, and the skill to predict the physical consequences of one's actions. Moreover, regularly conducting simple experiments cultivates a culture of safety in everyday life. The student begins to clearly comprehend the physical nature of electrical hazards in a damp environment, the mechanics of inertia during the sudden braking of a vehicle, or the principles of heat transfer when using household heating appliances.

To clearly illustrate the effectiveness of the proposed methodology, it is pertinent to examine several specific examples from the textbook, demonstrating how abstract academic knowledge is transformed into a robust practical skill.

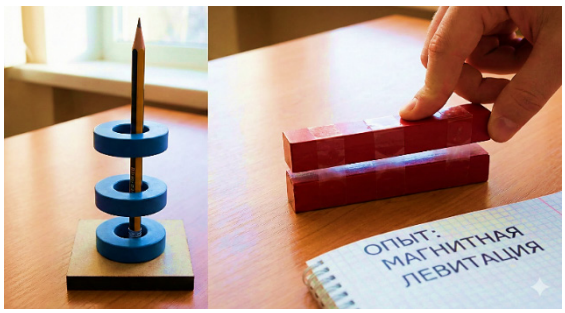


Fig. 1. Experiment "Magnetic Levitation"

The first example focuses on investigating the interaction of magnetic poles and constructing a working model of a magnetic suspension (Fig. 1). During the activity, the student uses permanent ring magnets threaded onto a vertical guide axis, a role that can be fulfilled by an ordinary pencil. By forcibly bringing the like poles of the magnets together, the student physically and tactilely experiences the elastic resistance of the invisible field, which increases non-linearly as the distance decreases. Upon releasing the top magnet, it assumes a stable position in space, levitating above the lower one without direct mechanical contact. This experiment allows for an intuitive realization of a fundamental principle: like magnetic poles repel due to the curvature of the magnetic field lines, and the resulting repulsive force is capable

of completely compensating for the object's force of gravity. As a practical application and an expansion of technical horizons, this fosters a clear understanding of the engineering principles behind high-speed magnetic levitation (maglev) trains, where magnetic levitation explicitly eliminates rolling friction, enabling speeds comparable to those of aviation [4, 202].

The second example illustrates the process of electric current generation in the simplest biogalvanic cell using a non-standard sound indicator (Fig. 2). The student assembles an electrical circuit by immersing two dissimilar electrodes—an iron one (in the form of a nail) and a copper one—into an ordinary raw potato. Standard wired headphones serve the role of a highly sensitive galvanometer here. Upon intermittent closing of the headphone plug contacts on the improvised electrodes, the student clearly registers characteristic sound clicks in the speakers. This experiment brilliantly translates the complex theory of redox reactions into the plane of obvious auditory perception. The student practically verifies that the organic salts and acids dissolved in the plant sap act as a full-fledged electrolyte, where the more active metal oxidizes and donates electrons. The practical value of the experiment lies in shattering the everyday stereotype that electrical energy exists exclusively in industrial batteries, and in forging an understanding of the fundamental principles of converting chemical energy into electrical energy, and subsequently into electroacoustic energy [4, p. 213].

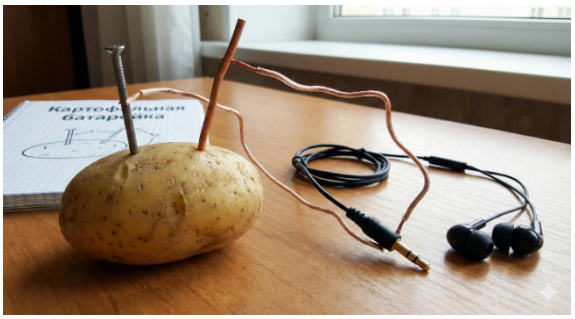


Fig. 2. Experiment "Potato Battery"

The third example demonstrates the laws of geometric optics through the independent construction of a working model of a slide projector (Fig. 3). Using a directed light source with a homemade matte diffuser, a transparent slide with a drawing, and a converging lens mounted on an improvised optical bench, the student obtains an enlarged real image on a vertical screen. The key didactic moment of the experiment is a planned cognitive paradox: to obtain an adequate, upright image on the screen, the original slide must initially be inserted upside down. By moving the lens and empirically achieving focal sharpness, the student experimentally establishes the geometric conditions for obtaining a projection. The practical significance of this study is not limited merely to understanding the laws of ray tracing in thin lenses; it reveals to schoolchildren the strict technological algorithms behind the operation of professional cinema projectors worldwide. Moreover, the experiment fosters an un-

derstanding of the complex physiological optics of the human eye, the retina of which also captures a real but inverted image, which is subsequently corrected by the visual centers of the brain [4, 287].

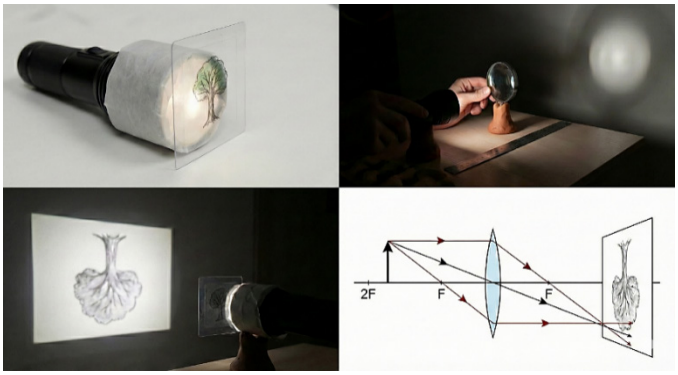


Fig. 3. Experiment "Homemade Slide Projector"

A significant advantage of the systematic use of simple experiments is the substantial enrichment of the formative assessment toolkit. The teacher gains a unique opportunity to evaluate not only the final result in the form of a correct numerical answer to a dry problem, but also the very process of searching for the truth: the ability to put forward a working hypothesis, select adequate materials, plan the course of work, and draw a reasoned conclusion based on the analysis of one's own actions. Such a paradigm significantly reduces the level of academic anxiety, since an error during an independent experiment is perceived by the student not as a fatal failure inevitably followed by a low grade, but as a natural and integral part of any genuine scientific inquiry.

The relevance of the textbook is dictated by the need to impart a deep personal meaning to the learning process for each student, demonstrating that the laws of physics describe their own lives directly. The most important strategic result of implementing this educational and methodological complex is the initiation and formation of a completely new, unique closed educational ecosystem in which the Student, the Teacher, and the Parent are inextricably linked. In this ecosystem, the Student permanently overcomes the psychological cognitive barrier of complexity, derives genuine joy from the process of independent scientific discovery, and masters the crucial ability to apply the acquired knowledge in completely unfamiliar every day or critical situations. The Teacher, in turn, acquires strong and reliable methodological support in the form of an extensive, systematized bank of verified tasks, which permanently eliminates the professional headache associated with the impossibility of conducting full-fledged laboratory work under conditions of a material base deficit. A special role in this triad is assumed by the Parent, who is drawn into the school educational process in a fundamentally new, positive status. The absolute safety and emphasized simplicity of the proposed experiments make it easy to transfer active research activities from the school directly into the home environment. The parent ceases to be ex-

clusively a strict controlling body checking grades in a diary, and smoothly becomes an interested spectator, a companion, or even a full-fledged scientific assistant to their child. As a result, a powerful synergistic effect emerges: the teacher sets a research problem, the student enthusiastically conducts the experiment at home, inadvertently involving and genuinely surprising the parent with the obtained result. The parent witnesses firsthand the real academic success and intellectual growth of their child, after which they naturally consolidate with the school in matters of comprehensive support for the further educational process. Thus, the book begins to work towards the global unification of the institution of the family and the institution of the school.

Summarizing the results of the conducted research, it can be stated with full confidence that the didactic potential of using a simple physical experiment lies in its unsurpassed ability to transform outdated reproductive learning into modern, active-activity-based, and personality-oriented learning. The author's textbook "Physics in Real Life" offers the pedagogical community a clearly structured, thoroughly developed, and normatively justified working mechanism for overcoming the systemic crisis of the alienation of natural science knowledge from real life. Shifting the educational focus to a deep understanding of the essence of everyday natural phenomena through independent, hands-on, and tangible activity not only effectively develops the practical and functional competencies of middle school students. This approach purposefully and successfully prepares the younger generation for conscious, safe, and creative interaction with the modern high-tech world, permanently restoring their genuine, unfeigned interest in the study of the infinitely complex and beautiful nature.

BIBLIOGRAPHY

1. ЗУЕВ П. В. Простые опыты по физике в школе и дома. Методическое пособие для учителей, 4-е издание. Москва: Издательство ФЛИНТА, 2024.
2. ЛАНГЕ В. Н. Физические опыты и наблюдения в домашней обстановке. Москва: ЛЕНАНД, 2023.
3. ТОЧИДЛОВСКИЙ И. Я. Что можно в школе сделать и показать по физике. Москва: Книжный дом ЛИБРОКОМ, 2018.
4. КАПТАЛАН С. М. Физика в реальной жизни. Учебное пособие для формирования практических компетенций по физике. Available at: https://heyzine.com/flip-book/5e705a2059.html [Accessed 2026-02-19].
5. ШВЕДОВ Ф. Н. Методика физики. Введение. Одесса: Центральная тип., 1894.

CONSTRUCȚIA CERCURILOR TANGENTE LA CERCURI ÎN SENS LARG

THE CONSTRUCTION OF CIRCLES TANGENT TO CIRCLES IN A BROAD SENSE

Sergiu PORT, conf. univ., dr.,
Academia de Studii Economice din Moldova
Natalia NEAGU, conf. univ., dr.,
UPS „Ion Creangă" din Chișinău

Sergiu PORT, PhD, Associate Professor,
Academy of Economic Studies of Moldova
ORCID: 0000-0001-7758-943X
e-mail: serghport@yahoo.com
Natalia NEAGU, PhD, Associate Professor,
"Ion Creanga" SPU of Chisinau
ORCID: 0000-0003-3944-3688
e-mail: neagu.natalia@upsc.md

CZU: 514.112:514.13:514.7
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p81-86

Abstract. In this paper, using mathematical software, geometrical constructions are presented. These proofs should be presented, in school textbooks, additionally to the analytical demonstrations.

Keywords: Geometrical constructions, mathematical software, analytical demonstrations.

În acest articol vom aduce soluționarea a unor probleme de contrucții geometrice, și anume construcția cercurilor tangente. Sunt prezentate diferite metode de construcții și demonstrații. Vom utiliza setul clasic de instrumente, adică rigla unilaterală și compasul. Sunt cunoscute construcțiile tangentelor la cercuri atât interioare, cât și exterioare [1]. Construcția cercurilor tangente la alte cercuri este o problemă de peste 2000 de ani [2]. Problema clasică include pâna la opt cercuri și se numește problema lui Apollonius din Perga.

Pentru soluționarea a două probleme din categoria enunțată mai sus, vom prezenta trei probleme ajutătoare.

Problema 1. *Construiți cercuri tangente la două cercuri date.*

Analiza. Dacă analizăm toate posibilitățile, atunci vom ajunge la cercuri tangente interioare și exterioare. Vom construi unul din aceste cazuri, în care să fie ambele tipuri de cercuri tangente:

Construiți cercul ω de raza R tangent interior la cercul $\omega_1(O_1; R_1)$ și exterior la cercul $\omega_2(O_2; R_2)$.

Considerăm posibilă construcția. Aplicăm metoda locului geometric [1].

***Construcția*:**

1. O= ω3(O2; R2+R) ω4(O1; R-R1),
2. ω(O; R).

ω – construit (figura 1).

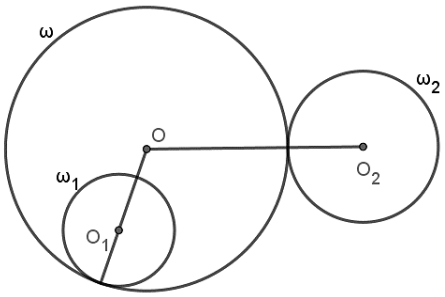


Figura 1. Construcția cercurilor tangente la două cercuri date

Demonstrația este evidentă, iar dacă în intersecție se obțin două centre, atunci cercurile respective sunt simetrice față de (O_1O_2).

Problema 2. *Construiți cercul tangent la două drepte paralele l, p și tangent exterior la cercul ω1(O1; R1).*

Analiza. Considerăm că cercul ω_1 intersectează cel puțin una din drepte.

***Construcția*:**

1. m||l: d(m,p)=d(m,l)=R,
2. O=m ∩ ω_2(O_1; R_2+R),
3. ω(O; R).

ω – construit (figura 2).

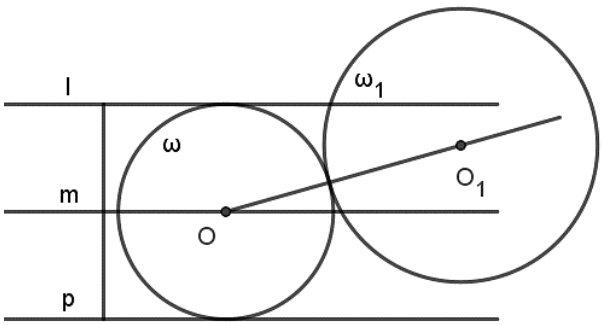


Figura 2. Construcția cercului tangent la două drepte paralele

Demonstrația este evidentă: dacă în intersecție se obțin două centre, atunci cercurile respective sunt simetrice față de perpendiculara dusă la *m* prin punctul O_1.

Problema 3. *Construiți cercul ω invers cercului $\omega_2(O_2; R_2)$ în raport cu cercul de inversie $\omega_1(O_1; R_1)$.*

Analiza. Din definiția inversiei [1] notată *Inv*, rezultă că $Inv(A_1)=A_2$ în raport cu ω(O; R), atunci $A_1O \cdot A_2O=R_2$. Conform proprietăților inversiei: dreapta ce trece prin centrul inversiei este invariantă; cercul ce trece prin centrul inversiei se transformă într-o dreaptă ce nu trece prin centrul inversiei; punctele de pe cercul de inversie sunt invariante.

***Construcția*:**

1. $\{P,A\}= \omega_2 \cap (O_1O_2)$,
2. $B\omega_1$: $(O_1B) \perp (BA)$,
3. $L\omega_1$: $(O_1L) \perp (LP)$
4. $T(O_1O_2)$: $(TB) \perp (O_1O_2)$,
5. $H(O_1O_2)$: $(HL) \perp (O_1O_2)$,
6. O[TH]: [TO]=[OH],
7. ω(O;[TO]).

ω – construit (figura 3).

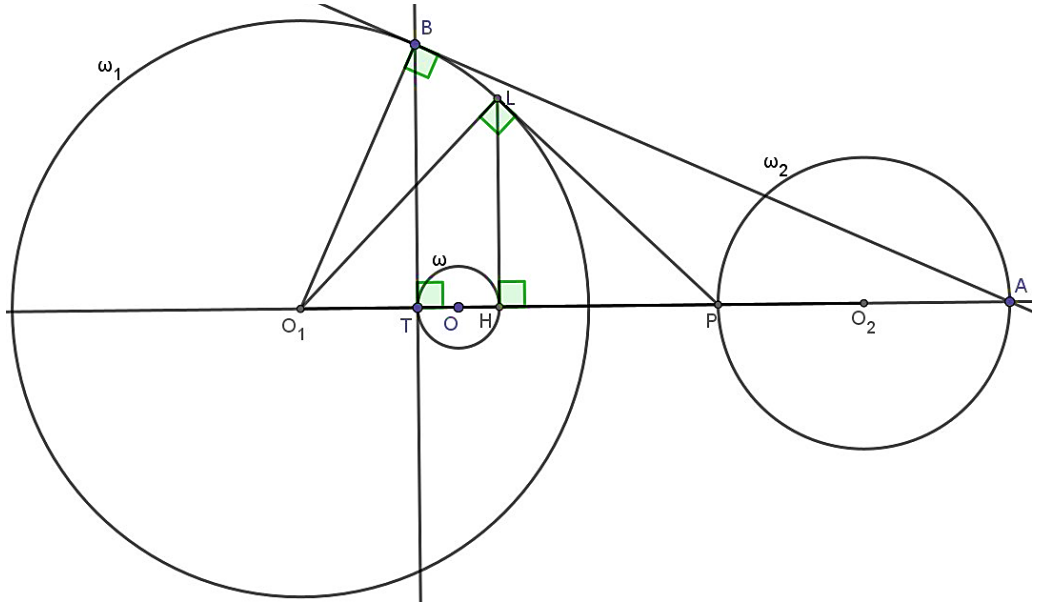


Figura 3. Construcția cercului ω invers cercului $\omega_2(O_2; R_2)$ în raport cu cercul de inversie

Demonstrația este bazată pe teorema înălțimii dusă la ipotenuză, adică

$$[O1T] \cdot [O1A] = [O1B]^2$$

din ΔO_1BA – dreptunghic. Rezultă *Inv(A)=T*, iar *Inv(P)=H* în raport cu cercul de inversie $\omega_1(O_1; R_1)$. Prin urmare $Inv(\omega_2)= \omega$.

Problema 4. *Construiți cercul ω tangent cercurilor $\omega_2(O_2; R_2)$, $\omega_1(O_1; R_1)$ și diametrului [AB] a cercului ω_1, dacă ω_2 este tangent în punctul A la ω_1 în interior ($R_2 < R_1$).*

Analiza. Luăm cercul ω în semiplanul superior determinat de (AB). Astfel ω este tangent exterior la $\omega_2(O_2; R_2)$ și interior în $\omega_1(O_1; R_1)$. Vom utiliza problema 3, considerând cercul inversiei $\omega_i(A; 2R_2)$. Deoarece ambele cercuri date trec prin centrul inversiei, rezultă că ele se transformă în drepte, iar punctele de tangență trec în puncte de tangență. Dreapta (AB) este invariantă. Astfel, problema se reduce la construcția cercului tangent la două drepte paralele și una perpendiculară acestora. Proimaginea acestui cerc la aceeași inversie va fi cercul căutat.

***Construcția*:**

1. $\omega_i(A, 2R_2)$,
2. $l_1 = Inv(\omega_1)$,
3. $l_2 = Inv(\omega_2)$,
4. $\omega_4(O_4; R_4)$: $R_4 = 0{,}5d(l_1, l_2) = d(l_1, O_4) = d(O_4, l_2) = d(O_4, (O_1O_2))$,
5. $\omega = Inv(\omega_4)$ (problema 3),
6. P,T,H – punctele de tangență.

ω – construit (figura 4).

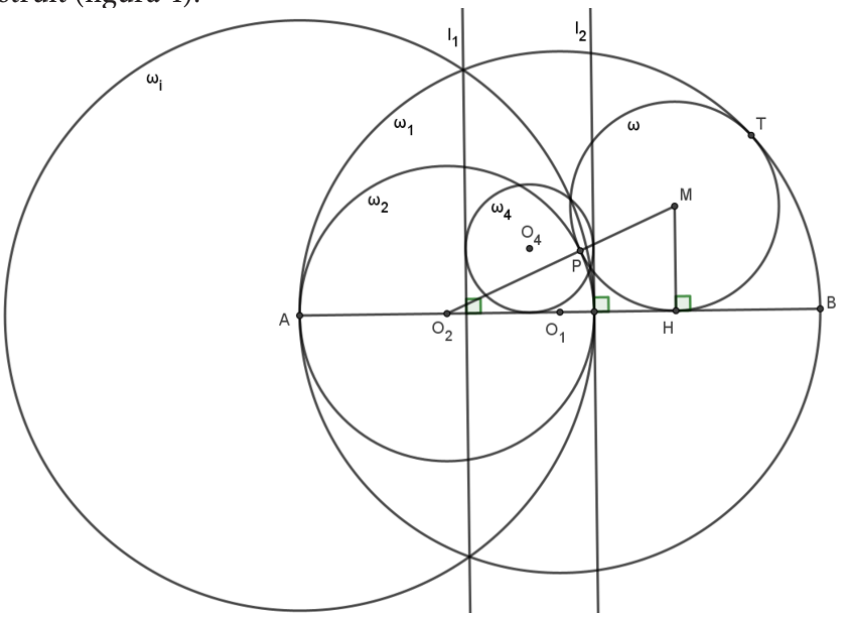


Figura 4. Construcția cercului ω – problema 4

Demonstrația rezultă din analiză pe baza proprietăților inversiei. Dacă studiem semiplanul inferior determinat de (AB), atunci vom obține al doilea cerc simetric cu ω în raport cu (AB).

Această problemă poate fi generalizată și pentru ω2 arbitrar în interiorul ω1. În acest caz vom utiliza și problema 2. De asemenea, pentru această problemă poate

fi aplicată și metoda algebrică. Adică se deduce formula $R=\frac{4R_1R_2(R_1-R_2)}{(R_1+R_2)}$, iar pentru construcția acestei raze se vor folosi trei formule elementare [1]. Prin urmare, este o cale mai grea, iar pentru generalizarea de mai sus și mai complicată.

Problema 5. *Construiți cercul ω tangent cercurilor $\omega_1(O_1; R_1)$, $\omega_2(O_2; R_2)$, $\omega_3(O_3; R_3)$, dacă ω_2 este tangent în punctul A la ω_1 în interior ($R_2 < R_1$), iar ω_3 este tangent în punctul B la ω_1 în interior ($R_3 < R_1$). Unde [AB] este diametrul cercului ω_1.*

Analiza. Luăm cercul ω în semiplanul superior determinat de (AB). Astfel, ω este tangent exterior la $\omega_2(O_2; R_2)$, $\omega_3(O_3; R_3)$ și interior în $\omega_1(O_1; R_1)$. Vom utiliza problema 3, considerând cercul inversiei $\omega_i(A; 2R_2)$. Deoarece ambele cercuri ω_1, ω_2 trec prin centrul inversiei, rezultă că ele se transformă în drepte, iar punctele de tangență trec în puncte de tangență. Cercul ω_3 se va transforma în cercul tangent la dreapta imagine a cercului ω_1. Astfel, problema se reduce la construcția cercului tangent la două drepte paralele și un cerc, conform problemei 2. Proimaginea acestui cerc la aceeași inversie va fi cercul căutat.

***Construcția*:**

1. $\omega_i(A,2R_1-2R_3)$,
2. $l_1 = Inv(\omega_1)$,
3. $l_2 = Inv(\omega_2)$,
4. $\omega_4(O_4; R_4) = Inv(\omega_3)$ (problema 3),
5. $\omega_5(O_5; R_5)$ – tangent la l_1, l_2 și ω_4 (problema 2),
6. $\omega(O; R) = Inv(\omega_5)$,
7. 7. P,T,H – punctele de tangență.

ω – construit (figura 5).

Demonstrația este bazată pe proprietățile inversiei și problemele elementare de construcții geometrice [1]. Este important că punctele de tangență la inversie trec în puncte de tangență. De asemenea, în semiplanul inferior determinat de (AB) este al doilea cerc simetric cu ω în raport cu diametrul (AB). Metoda algebrică ne aduce la o formulă, destul de complicat de descompus în formule elementare.

Această problemă poate fi generalizată pentru poziția arbitrară a cercului ω3 din interiorul cercului ω_1 sau cu condiția ca ω_3 să intersecteze ω_1 în două puncte. În acest caz, vom obține două cercuri distincte.

Problema 5 este un caz particular a problemei de construcție a cercului tangent la trei cercuri arbitrare. Vom evidenția că ultimele două probleme se bazează pe construcția cercului de inversie ω_i, pentru care este obligatoriu ca centrul să fie situat în punctul de tangență a cercurilor ω_1 și ω_2, iar raza poate fi arbitrară. Pentru această problemă pe lângă setul clasic pot fi utilizate hiperbole cu focarele în centrele cercurilor date [3]. Dar în acest articol ne limităm la compas și rigla unilaterală. Construcțiile geometrice din această lucrare au fost inițial construite cu setul clasic apoi au fost executate în GeoGebra.

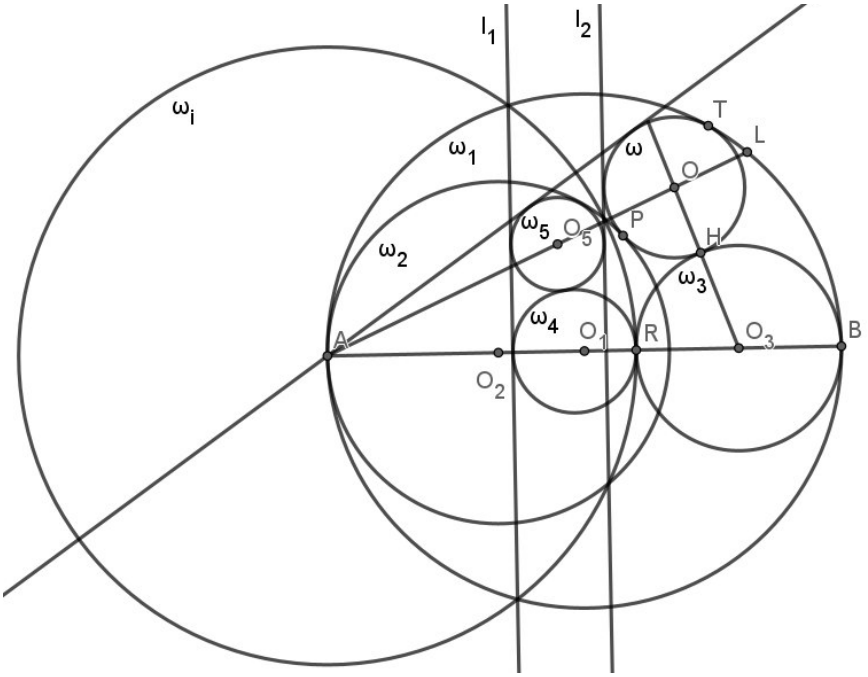


Figura 5. Construcția cercului ω – problema 5

BIBLIOGRAFIE

1. PORT, S. Geometrie Constructivă. Chișinău, 2009.
2. PORT, S., V. TRIFAN. Istoria matematicii. Chișinău, 2015.
3. NEAGU N., PORT, S. Algebra vectorială și metode de construcții a curbelor de ordinul doi. Chișinău, 2023.

O PERSPECTIVĂ STATISTICĂ ASUPRA EXAMENULUI DE BACALAUREAT ÎN REPUBLICA MOLDOVA: ANALIZA ȘI INTERPRETAREA DATELOR

A STATISTICAL PERSPECTIVE ON THE BACCALAUREATE EXAMINATION IN THE REPUBLIC OF MOLDOVA: DATA ANALYSIS AND INTERPRETATION

Natalia NEAGU, conf. univ., dr.,
UPS „Ion Creangă" din Chișinău
Sergiu PORT, conf. univ., dr.,
Academia de Studii Economice din Moldova

Natalia NEAGU, PhD, Associate Professor,
"Ion Creanga" SPU of Chisinau
ORCID: 0000-0003-3944-3688
e-mail: neagu.natalia@upsc.md
Sergiu PORT, PhD, Associate Professor,
Academy of Economic Studies of Moldova
ORCID: 0000-0001-7758-943X
e-mail: serghport@yahoo.com

CZU: 373.091.27(478)
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p87-92

Abstract. In this article, using the official results of the 2023-2025 BAC exam, the statistical indicators were determined. Based on the obtained results, an extensive analysis was carried out, which contributed to outlining a picture of the educational system in the Republic of Moldova.

Keywords: statistical indicator, position or location indicators; variation or dispersion indicators, comparative analysis.

Introducere

Într-un context educațional aflat într-o continuă transformare este tot mai important să avem instrumente care să ne ajute să înțelegem în mod obiectiv realitatea.

Indicatorii statistici ocupă un rol foarte important în cercetarea statistică a datelor: ei ne permit să interpretăm datele numerice într-un mod coerent și să desprindem concluzii relevante pentru sistemul de învățământ. Prin intermediul lor, cifrele se transformă în informații utile, care stau la baza deciziilor educaționale bine fundamentate.

În ceea ce privește examenul de bacalaureat (BAC), utilizarea indicatorilor statistici pentru calcularea mediilor pe licee este o practică necesară și eficientă. Aceste medii reflectă nu doar nivelul de pregătire al absolvenților, ci și performanța generală a instituțiilor de învățământ. Astfel, se creează un cadru comparativ care ajută la evi-

denţierea diferenţelor dintre licee, la identificarea aspectelor ce pot fi îmbunătăţite şi la susţinerea celor care dau dovadă de rezultate remarcabile.

Comparaţiile între licee, realizate pe baza acestor medii, contribuie la conturarea unui tablou amplu al sistemului educaţional. Ele scot în evidenţă atât zonele cu performanţe ridicate, cât şi pe cele unde este nevoie de măsuri suplimentare.

Pe baza acestor observaţii, pot fi propuse soluţii concrete şi adaptate – fie că vorbim despre intervenţii la nivel curricular, sprijin suplimentar pentru elevi sau programe de formare pentru profesori. Prin urmare, indicatorii statistici devin veritabile instrumente de reflecţie şi progres, sprijinind procesul de analiză şi optimizare a rezultatelor la BAC, într-un mod echitabil şi orientat spre îmbunătăţirea întregului sistem educaţional.

Indicatorii se clasifică în [1-2]:

- indicatori de poziţie sau localizare;
- indicatori de variaţie sau de împrăştiere.

În conformitate cu modul în care se obţin, *indicatori de poziţie sau localizare*, avem

a) medii obţinute prin formule matematice, precum media armonică, aritmetică, pătratică şi geometrică;

b) medii de poziţie (modulul şi mediana).

Indicatorii de variaţie, la rândul lor, se împart în două categorii [2]:

- simpli
- sintetici.

Analiza performanţelor la BAC 2023-2025 prin indicatorii statistici

Pentru a realiza o analiza a rezultatelor la BAC 2023-2025, au fost utilizate datele oficiale, oferite de Ministerul Educaţiei şi Cercetării [3-5].

În conformitate cu literatura de specialitate [1-2], avem o serie ponderată, deci pentru a le analiza, datele au fost grupat pe intervale de lungimea 0.5 (tab.1).

Tabel 1. Mediile la BAC 2023-2025, grupate pe intervale [3-5]

Mediile liceelor la BAC (grupate pe intervale)	Numărul de licee (n_i)		
	2023	2024	2025
$[5{,}5-6)$	2	5	3
$[6-6{,}5)$	39	36	31
$[6{,}5-7)$	113	113	100
$[7-7{,}5)$	111	95	100
$[7{,}5-8)$	39	37	50
$[8-8{,}5)$	19	16	17
$[8{,}5-9)$	2	9	9
$[9-9{,}5)$	1	1	2

Mediile la BAC 2023-2025, grupate în tabelul 1, pot fi reprezentate printr-o diagramă (figura 1).

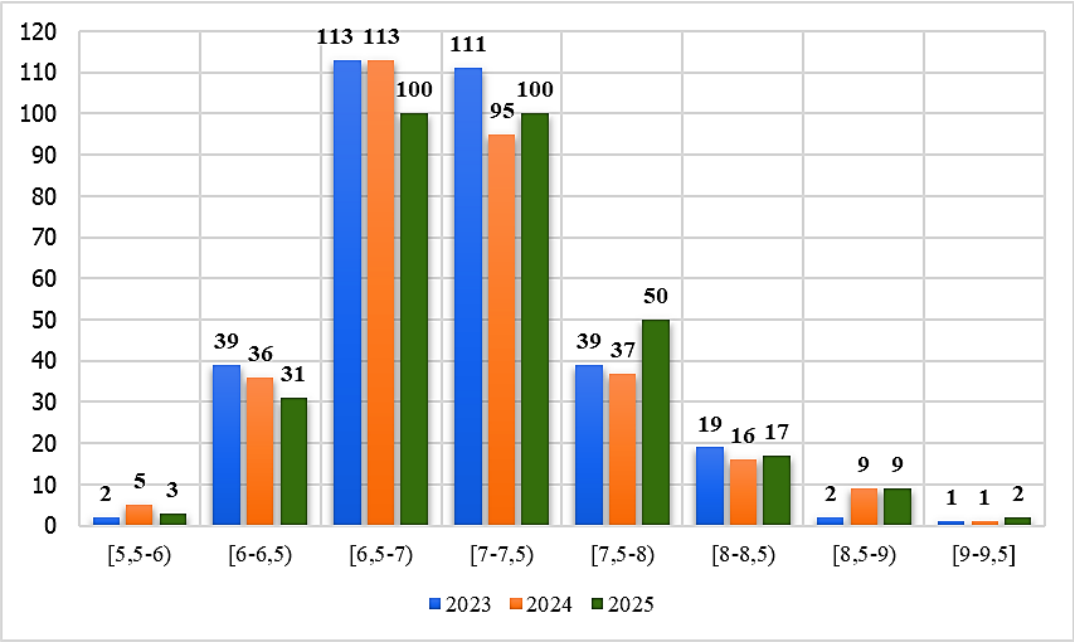


Figura 1. Reprezentarea mediilor la BAC 2023-2025

Un rol important în determinarea indicatorilor statistici îl au mijlocurile intervalelor x_i, din tabelul 1. Pentru simplitate aceste date se înregistrează într-o coloană ajutoare x_i (tabelul 2).

Tabelul 2. Mediile la BAC 2023-2025 și valorile centrale a intervalelor

Mediile liceelor la BAC	**Numărul de licee (n_i)**			x_i **(valoare centrală)**
	2023	2024	2025	
$[5,5-6)$	2	5	3	5,75
$[6-6,5)$	39	36	31	6,25
$[6,5-7)$	113	113	100	6,75
$[7-7,5)$	111	95	100	7,25
$[7,5-8)$	39	37	50	7,75
$[8-8,5)$	19	16	17	8.25
$[8,5-9)$	2	9	9	8,75
$[9-9,5)$	1	1	2	9,25

Fără a intra în esența calculelor, care au fost realizate în baza formulelor cunoscute [1-2], vom prezenta valorile aproximative determinate pentru indicatorii statistici (Tabelul 3-6).

Tabelul 3. Indicatori de poziție sau localizare

Indicatorii statistici	2023	2024	2025
Media aritmetică	$\bar{x} \approx 7{,}06$	$\bar{x} \approx 7{,}09$	$\bar{x} \approx 7{,}17$
Media armonică	$\bar{x}_h \approx 6{,}89$	$\bar{x}_h \approx 6{,}88$	$\bar{x}_h \approx 7{,}12$
Media pătratică	$\bar{x}_p \approx 7{,}10$	$\bar{x}_p \approx 7{,}11$	$\bar{x}_p \approx 7{,}19$
Media geometrică	$\bar{x}_g \approx 6{,}95$	$\bar{x}_g \approx 7{,}08$	$\bar{x}_g \approx 7{,}14$
Modulul sau dominanta	$M_0 \approx 7{,}00$	$M_0 \approx 6{,}91$	$M_0 = 7{,}00$
Mediana	$Me \approx 7{,}04$	$Me \approx 6{,}48$	$Me \approx 7{,}05$

Observăm că toate mediile au înregistrat o creștere.

Tabelul 4. Indicatorii de variație sau de împrăștiere (indicatorii simpli)

Indicatorii statistici	2023	2024	2025
Amplitudinea absolută	$A = 4$	$A = 4$	$A = 4$
Amplitudinea relativă a variației	$A_r(\%) \approx 56{,}65$	$A_r(\%) \approx 56{,}42$	$A_r(\%) \approx 55{,}81$
Abaterile individuale absolute	$d_1 \approx -1{,}31$; $d_2 \approx -0{,}81$; $d_3 \approx -0{,}31$; $d_4 \approx 0{,}19$; $d_5 \approx 0{,}69$; $d_6 \approx 1{,}19$; $d_7 \approx 1{,}69$; $d_8 \approx 2{,}19$;	$d_1 \approx -1{,}34$; $d_2 \approx -0{,}84$; $d_3 \approx -0{,}34$; $d_4 \approx 0{,}16$; $d_5 \approx 0{,}66$; $d_6 \approx 1{,}16$; $d_7 \approx 1{,}66$; $d_8 \approx 2{,}16$;	$d_1 \approx -1{,}42$; $d_2 \approx -0{,}92$; $d_3 \approx -0{,}42$; $d_4 \approx 0{,}08$; $d_5 \approx 0{,}58$; $d_6 \approx 1{,}08$; $d_7 \approx 1{,}58$; $d_8 \approx 2{,}08$;
Abaterile individuale relative	$d_1 \approx -18{,}55\ (\%)$; $d_2\% \approx -11{,}47\ (\%)$; $d_3\% \approx -4{,}39\ (\%)$; $d_4\% \approx 2{,}69\ (\%)$; $d_5\% \approx 9{,}77\ (\%)$; $d_6\% \approx 16{,}85\ (\%)$; $d_7\% \approx 23{,}93\ (\%)$; $d_8\% \approx 30{,}01\ (\%)$.	$d_1 \approx -18{,}90\ (\%)$; $d_2\% \approx -11{,}85\ (\%)$; $d_3\% \approx -4{,}80\ (\%)$; $d_4\% \approx 2{,}26\ (\%)$; $d_5\% \approx 9{,}31\ (\%)$; $d_6\% \approx 16{,}36\ (\%)$; $d_7\% \approx 23{,}41\ (\%)$; $d_8\% \approx 30{,}47\ (\%)$.	$d_1 \approx -19{,}77\ (\%)$; $d_2\% \approx -12{,}79\ (\%)$; $d_3\% \approx -5{,}81\ (\%)$; $d_4\% \approx 1{,}16\ (\%)$; $d_5\% \approx 8{,}14\ (\%)$; $d_6\% \approx 15{,}12\ (\%)$; $d_7\% \approx 22{,}09\ (\%)$; $d_8\% \approx 29{,}07\ (\%)$.

Tabelul 5. Indicatorii sintetici ai variației

Indicatorii statistici	2023	2024	2025
Abaterea medie liniară	$\bar{d} \approx 0{,}446$	$\bar{d} \approx 0{,}4828$	$\bar{d} \approx 0{,}4765$
Dispersia	$\sigma^2 \approx 0{,}3063$	$\sigma^2 \approx 0{,}3750$	$\sigma^2 \approx 0{,}3793$
Abaterea medie pătratică	$\overline{\sigma} \approx 0{,}5535$	$\overline{\sigma} \approx 0{,}6124$	$\overline{\sigma} \approx 0{,}6159$
Coeficientul de variație	$v \approx 7{,}84$	$v \approx 6{,}8096$	$v \approx 6{,}6488$

Coeficientul de variație, în fiecare din anii analizați (2023-2025), s-a localizat în intervalul $0 < v < 17\%$1, ceea ce ne determină că media este strict reprezentativă, iar colectivitatea este omogenă.

Tabelul 6. Indicatorii de asimetrie și boltire

Indicatorii statistici	2023	2024	2025
Momentul centrat de ordinul 3	$\mu_3 \approx 0{,}114$	$\mu_3 \approx 0{,}1312$	$\mu_3 \approx 0{,}1466$
Coeficientul de asimetrie al lui Pearson	$C_{as} \approx 0{,}2890$	$C_{as} \approx 0{,}2939$	$C_{as} \approx 0{,}4395$
Coeficient de asimetrie β_1	$\beta_1 \approx 0{,}4511$	$\beta_1 \approx 0{,}4883$	$\beta_1 \approx 0{,}3941$
Coeficientul lui Fisher	$\gamma_1 \approx 0{,}762$	$\gamma_1 \approx 0{,}6988$	$\gamma_1 \approx 0{,}6278$
Coeficientul de boltire Pearson	$\beta_2 \approx 4{,}27$	$\beta_2 \approx 3{,}83$	$\beta_2 \approx 3{,}57$
Coeficientul de boltire Fisher	$\gamma_2 = 1{,}27$	$\gamma_2 = 1{,}83$	$\gamma_2 = 0{,}57$

În baza rezultatelor din tabelul 6, determinăm

- deoarece $\mu_3 > 0$, rezultă că avem o serie cu asimetrie spre dreapta (pozitivă);
- deoarece $C_{as} > 0$, rezultă că avem o serie cu a simetrie spre dreapta (pozitivă);
- deoarece $\beta_1 > 0$, rezultă că avem o serie cu asimetrie (spre dreapta sau spre stânga);
- deoarece $\beta_2 > 3$, rezultă că distribuția este leptocurtică;
- deoarece $\gamma_2 > 0$, rezultă că distribuția este leptocurtică.

Cu toate acestea, nu s-a schimbat însă semnificativ forma distribuției, s-a păstrat asimetria pozitivă.

În termeni simpli, *elevii au obținut rezultate mai bune, iar diferențele dintre licee s-au atenuat* – un semn pozitiv pentru sistemul educațional al Republicii Moldova.

Această comparație între rezultatele BAC 2023-2025 reprezintă mult mai mult decât o simplă analiză a notelor. Dintr-o perspectivă educațională, socială și de politici publice reprezintă:

1. Evaluarea progresului sistemului educațional.
2. Reducerea inegalităților între licee.
3. Orientarea viitoarelor măsuri de intervenție.
4. Stabilirea unor tendințe pe termen lung.
5. Imagine internațională și credibilitatea.
6. O oglindă a inegalităților sociale.

În concluzie, putem afirma că această comparație nu este doar interpretare statistică, ci și:

- un instrument de diagnoză a sistemului de învățământ,
- un ghid pentru politici educaționale eficiente,
- un barometru al echității și calității educației în Republica Moldova.

BIBLIOGRAFIE

1. CIUMAC, P. ș.a. *Teoria probabilităților & elemente de statistică matematică*. Chișinău: „Tehnica" UTM, 2003, 278 p.
2. NEAGU, N. *Teoria Probabilității și Statistica Matematică*. Chișinău: Tipografia UPSC "Ion Creangă" 2023, 137 p. Disponibil: https://dir.upsc.md/handle/123456789/3929/Teoria-probabilitatilor-statist-matematica-Suport-curs.pdf
3. Rezultatele examenului național de bacalaureat în liceele teoretice, promoția 2023. Disponibil:https://ance.gov.md/sites/default/files/bac2023_rezultate_finale_licee.pdf
4. Rezultatele examenului național de bacalaureat în liceele teoretice, promoția 2024. Disponibil: https://ance.gov.md/sites/default/files/bac2024_clasament_licee.pdf
5. Rezultatele examenului național de bacalaureat în liceele teoretice, promoția 2025. Disponibil: https://ance.gov.md/sites/default/files/licee_an_curent_2025.pdf

EXEMPLE DE RELAȚII DE ECHIVALENȚĂ DEFINITE PE O MULȚIME CU AJUTORUL MATRICELOR

EXAMPLES OF EQUIVALENCE RELATIONS DEFINED ON A SET USING MATRICES

Valeriu BORDAN, conf. univ., dr.,
UPS „Ion Creangă" din Chișinău
Mihaela HAJDEU, lector univ., dr.,
UPS „Ion Creangă" din Chișinău

Valeriu BORDAN, PhD, Associate Professor,
"Ion Creanga" SPU of Chisinau
ORCID: 0009-0008-4415-3750
e-mail: bordan.valeriu@upsc.md
Mihaela HAJDEU, PhD, univ. lector,
"Ion Creanga" SPU of Chisinau
ORCID: 0000-0001-8189-7558
e-mail: hajdeu.mihaela@upsc.md

CZU: 512.64:519.17
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p93-97

Abstract. In this article we study some binary relations defined on the Cartesian product of two sets, in particular, we investigate some equivalence relations defined on a finite set using the matrices associated with these relations. Through concrete examples we highlight some properties of binary relations, using the corresponding matrices associated with these relations.

Keywords: cartesian product of two sets, binary relation, associated matrix, reflexive, symmetric, transitive relation, equivalence relation.

Rolul relațiilor de echivalență este unul foarte mare, deoarece acestea depășesc granițele teoriei mulților, devenind un fundament pentru multiple ramuri științifice. Aplicabilitatea acestora este vizibilă în diverse domenii precum: analiza matematică, algebra liniară, dar și în aplicații practice din fizică, economie sau securitatea datelor. În peisajul academic modern, aceste relațiile de echivalență acționează mai degrabă ca un cadru structural esențial, contribuind la organizarea modelelor complexe, de la prognoze meteorologice până la algoritmi de criptare utilizați în mediul digital.

Scopul acestei lucrări este de a demonstra cum putem transforma complexitatea abstractă a relațiilor binare într-un instrument precis și vizual, numit matricea asociată, ale cărei aplicații sunt bine cunoscute în teoria mulțimilor. În acest articol vom arăta cum pot fi construite relațiile binare pe o mulțime finită cu ajutorul matricei asociate. În particular, vom cerceta unele exemple de relații de echivalență, definite cu ajutorul matricelor pătratice. Această abordare nu doar că simplifică calculul matematic, dar și oferă o perspectivă didactică nouă, esențială pentru educația

STEM, dar și pentu formarea competențelor profesionale la studenți, viitori profesori de matematică și informatică [4].

Pornim de la premisa existenței a două mulțimi, notate cu X și Y. Construim produsul cartezian al acestor mulțimi $X \times Y$, pentru a stabili cadrul de lucru.

Amintim că prin relație binară definită pe mulțimile X și Y în această ordine, vom înțelege orice submulțime a produsului cartezian $X \times Y$ [5].

Dacă notăm cu α această relație binară și dacă $(a, b) \in \alpha$, atunci se mai scrie astfel $a\alpha b$, iar dacă $(a, b) \notin \alpha$ se scrie $a\bar{\alpha}b$. În cazul când $X = Y$ vom spune că α este o relație binară definită pe mulțimea X [2; 5].

Pentru a opera mai ușor cu aceste structuri abstracte, vom utiliza un instrument computațional: matricea asociată. În [2; 3] am descris matricea asociată unei relații binare, definita pe două mulțimi.

Dacă avem două mulțimi finite X și Y cu elementele $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$, $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$, atunci fiecărei conexiuni dintre elemente îi putem atribui o valoare binară adică, fiecărei relații binare $\alpha \subseteq X \times Y$ i se asociază o matrice $M_a = \left(a_{ij}\right)_{i=\overline{1,m}, j=\overline{1,n}}$, unde

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, \text{dacă } x_i \alpha y_j, \\ 0, \text{dacă } x_i \bar{\alpha} y_j. \end{cases}$$

Matricea M_a poartă denumirea de **matricea asociată relației binare α,** definită pe mulțimile X și Y [1; 2]. Această metodă transformă studiul proprietăților logice într-o analiză a configurației elementelor dintr-un tablou bidimensional.

Exemplul 1. Fie date mulțimile $X = \{1,2,3\}, Y = \{4,5\}$ și relația binară: $\alpha = \{ (x, y) \in X \times Y, 2 \mid (x + 3y) \}$. Scrieți matricea asociată relației date.

Soluție. Deoarece relația α explicit are forma $\alpha = \{(1,5), (2,4), (3,5)\}$, obținem că matricea asociată ei are forma $M_\alpha = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$.

Exemplul 2. Fie date mulțimile $X = \{0,2,4\}, Y = \{1,3,5\}$ și relația $\alpha = \{(x, y) \in X \times Y, 4x - y \geq -3\}$.

Soluție. Relația α explicit are forma $\alpha = \{(0,1), (0,3), (2,1), (2,3), (2,5), (4,1), (4,3), (4,5)\}$, obținem că matricea asociată relației α este $M_\alpha = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$.

Exemplul 3. Să analizăm și acest studiu de caz pe mulțimile $X = \{1,4\}$, $Y = \{-2,0,2\}$. Ne propunem să identificăm matricea corespunzătoare relației binare definite prin condiția: $\alpha = \{(x, y) \in X \times Y, x^2 - y^2 \geq 4\}$.

Soluție. Pentru început vom identifica perechile care îndeplinesc egalitatea solicitată. Observăm că singurele combinații valide din produsul cartezian sunt cele care formează setul: $\alpha = \{(4, -2), (4,0), (4,2,)\}$. Transformând aceste date în format matriceal, obținem o reprezentare binară unde pozițiile corespunzătoare acestor cupluri vor fi marcate cu unități, restul rămânând nule, adică matricea: $\mathrm{M}_\alpha = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$.

În continuare vom cerceta relații binare definite pe mulțimea X.

Prin urmare, produsul cartezian va avea forma $X \times X = X^2$ iar $\alpha \subseteq X^2$. Deci, în acest caz matricea asociată relației binare va fi o matrice pătratică de ordinul n, n fiind numărul de elemente al mulțimii X.

Exemplul 4. Fie dată mulțimea $X = \{x \in Z, |x| \leq 2\}$. Considerăm următoarele matrice asociate relațiilor binare corespunzătoare: M_α, M_β, M_γ, M_δ.

$$M_\alpha = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}, M_\beta = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

$$M\gamma = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}, \; M_\delta = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

1. Enumerați elementele relațiilor binare corespunzătoare acestor matrice.
2. Cercetați relațiile date la reflexivitate, simetrie și tranzitivitate.
3. Care din relațiile date sunt relații de echivalență?

Soluție. 1) Conform condiției problemei, rezultă că mulțimea X are forma: $X = \{-2, -1, 0, 1, 2\}$. Unitățile incluse în matricele asociate M_α, M_β, M_γ, M_δ arată elementele corespunzătoare din produsul cartezian X^2 care alcătuiesc relațiile binare corespunzătoare pentru $\alpha, \beta, \gamma, \delta$. Astfel obținem:

$$\alpha = \{(1,2), (2,1), (-2,-2), (-1,-1), (0,0), (1,1), (2,2)\},$$

$$\beta = \{(-2,-2), (-2,0), (0,-2), (0,0), (1,2), (2,1), (2,2), (1,0), (0,1)\},$$

$$\gamma = \{(-2,1), (1,-2), (-1,2), (2,-1), (1,2), (2,1)\}1,$$

$$\delta = \{(-2,-1), (-1,-2), (-1,2), (2,-1), (-2,-2), (-1,-1), (0,0), (1,1), (2,2)\}.$$

2) Având matricele asociate relațiilor binare, se verifică ușor relațiile la reflexivitate și simetrie.

2.a) Cercetăm relațiile la reflexivitate.

Observăm ca matricele M_α și M_δ au toate elementele pe diagonala principală egale cu $\mathbf{1}$, ceea ce înseamnă că toate perechile de elemente de forma $(a, a) \in \alpha$ și $(a, a) \in \delta, \forall a \in X$, prin urmare relațiile α și δ sunt reflexive.

Matricea M_γ, însă, nu are nicio unitate pe diagonala principală, ceea ce înseamnă că toate perechile de elemente de forma $(a, a) \notin \gamma$, prin urmare, relația γ este relație antireflexivă.

Pentru matricea M_β vedem că pe diagonala principală unele elemente sunt egale cu $\mathbf{1}$, iar altele egale cu $\mathbf{0}$. Astfel, unele din perechile $(a, a) \in \beta$, iar altele nu aparțin. În concluzie, relația binară β nu-i nici reflexivă și nici antireflexivă.

2.b) Cercetăm relațiile la simetrie.

Observăm că toate matricele M_α, M_β, M_γ, M_δ sunt simetrice față de diagonala principală, prin urmare, toate patru relații binare $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ sunt simetrice.

2.c) Relațiile α și δ sunt tranzitive, iar relațiile β și γ sunt netranzitive, deoarece doar α și δ verifică condiția $\forall (a,b),(b,c) \in \alpha \Longrightarrow (a,c) \in \alpha$ și $\forall (a,b),(b,c) \in \delta \Longrightarrow (a,c) \in \delta$.

3) Astfel, avem două relații, care sunt reflexive, simetrice și tranzitive, prin urmare, doar α și δ sunt relații de echivalență.

Exemplul 5. Fie dată mulțimea $X = \{a, b, c\}$. Determinați toate relațiile de echivalență definite pe această mulțime. Reprezentați aceste relații de echivalențe cu ajutorul matricei asociate.

Soluție. În total pe o mulțime finită X sunt atâtea relații de echivalențe câte partiții (divizări în clase) posedă această mulțime. Partițiile mulțimii X sunt:

$$X_1 = \{\{a\},\{b\},\{c\}\}; X_2 = \{\{a\},\{b,c\}\}; X_3 = \{\{b\},\{a,c\}\}; X_4 = \{\{c\},\{a,b\}\};$$
$$X_5 = \{\ \{a,b\ ,c\ \}\}.$$

Astfel, pe o mulțime din 3 elemente sunt 5 relații de echivalență diferite.

$$\alpha_1 = \{(a,a),(b,b),(c,c)\}; \alpha_2 = \{(a,a),(b,b),(c,c),(b.c),(c,b)\};$$
$$\alpha_3 = \{(a,a),(b,b),(c,c),(a.c),(c,a)\}; \alpha_4 = \{(a,a),(b,b),(c,c),(b.a),(a,b)\};$$
$$\alpha_5 = \{(a,a),(b,b),(c,c),(a.b),(b,a),(a,c),(c,a),(c,b),(b,c)\}.$$

Matricele asociate acestor relații de echivalență sunt:

$$M_{\alpha_1} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}; M_{\alpha_2} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}; M_{\alpha_3} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix};$$
$$M_{\alpha_4} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}; M_{\alpha_5} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}.$$

În concluzie, menționăm că matricea asociată unei relații binare nu este doar o metodă de reprezentare, ci și un algoritm interesant de calcul cu caracter aplicativ. Aceasta transformă verificarea unor proprietăți abstracte (cum sunt simetria, reflexivitatea, tranzitivitatea etc.) într-o procedură matematică clară și rapidă, eliminând erorile de interpretare logică, care pot fi comise atunci când se enumeră nemijlocit perechile relației binare cercetate.

Această abordare demonstrează cum conceptele din teoria mulțimilor sunt direct aplicabile și în limbaje de programare.

Pentru studenți și elevi, vizualizarea unei relații sub formă de tabel (matrice) este mult mai intuitivă decât prin enumerarea perechilor ordonate. Această metodă facilitează o învățare mai activă, mai interesantă și a elementelor aplicative de logică matematică, care au și un rol motivațional foarte important pentru elevi și studenți de a învăța mai profund matematica.

BIBLIOGRAFIE

1. BALINT, Ș., CAȘU, I. Lecții de teoria mulțimilor. Editura Universității de Vest. Timișoara, 2002.
2. BORDAN, V. Aplicarea matricelor la studierea relațiilor binare, Materialele conferinței științifice naționale cu participare internațională Învățământ superior: tradiții, valori, perspective. Volumul I. Științe Exacte și ale Naturii și Didactica Științelor Exacte și ale Naturii. Chișinău: 2020, pp. 212-214. ISBN 978-9975-76-312-7.
3. BORDAN, V. Despre matricea asociată unei relații binare. În: International conference. MITRE-2011. Chișinău, 2011. p. 160-161.
4. HAJDEU, M., BORDAN, V. Competența matematică ca bază a formării competențelor profesionale la studenții specialităților matematică și informatică. În: Învățământ superior: tradiții, valori, perspective. Vol. 1, 27-28 septembrie 2019, Chișinău. Chișinău, Republica Moldova: Universitatea de Stat din Tiraspol, 2019. pp. 78-82. ISBN 978-9975-76-284-7.
5. NĂSTĂSESCU, C. Introducere în teoria mulțimilor. Editura Didactică și Pedagogică. București, 1974.

THE ROLE OF STUDENT PROJECTS IN SCIENCE EDUCATION
ROLUL PROIECTELOR ELEVILOR ÎN EDUCAȚIA ȘTIINȚIFICĂ

Andrey DAVIDENKO, prof. univ., dr. hab.,
Institutul Regional de Educație Pedagogică „K. D. Uşinski”,
Cernigov, Ucraina

Andrey DAVIDENKO, Habilitated Doctor, Full Professor,
K. D. Ushynskyi Chernihiv Regional Institute
of Postgraduate Pedagogical Education,
Chernihiv, Ukraine,
ORCID: 0000-0003-1542-8475
e-mail: davidenko_an@ukr.net

CZU: 373.091.3:001.89:5
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p98-106

Rezumat. Articolul este dedicat problemei utilizării inovațiilor pedagogice în procesul educațional din domeniile științelor naturii și al tehnologiilor. Autorul demonstrează că revenirea la implementarea proiectelor educaționale de către studenți nu este o altă „inovație” pedagogică, ci conștientizarea necesității de a combina munca din clasă cu cea extracurriculară, pentru a dezvolta și implementa abilitățile de cercetare și creativitate ale studenților. De asemenea, sunt luate în considerare conceptul de proiect educațional și tipurile sale individuale. Se acordă atenție metodelor de selectare a temelor de proiect. Sunt luate în considerare exemple de sarcini ale competiției internaționale STEM, a căror soluție este, de fapt, implementarea unui proiect de cercetare sau creativ. Articolul arată, de asemenea, că implementarea proiectelor de cercetare de către studenți implementează componenta (de cercetare) corespunzătoare a STEM, iar componenta sa inginerească este utilizată la implementarea proiectelor creative. Eficacitatea acestui domeniu de lucru este confirmată de rezultatele formării studenților, în special, de rezultatele participării lor la competiții internaționale.

Cuvinte-cheie: proiect educațional, proiect de cercetare, proiect creativ, dezvoltarea abilităților, STEM, științe ale naturii.

Introduction. In recent decades, our teacher has been offered so many so-called pedagogical innovations that he has not always been able to remember their names. Technical teaching aids, group forms and methods of student work, game forms and methods of their work, the project method, individualization, differentiation, humanization, humanization of learning, programmed learning and control of student knowledge, non-standard lessons... The teacher did not have time to understand STEM education and conduct an open «STEM lesson» before his pedagogical certification, as, and artificial intelligence is already on the doorstep. And the teacher also had to go through «cubing», «clustering», «associative cuttings», which were «pulled out» from the same «associative bushes», etc. All this happened during the author's 12 years of work at school as an ordinary physics teacher, and accompanied his pedagogical practice in higher educational institutions. Some of the above began

to be reintroduced, albeit under a different name. For example, group organizational forms of student work later began to be called teamwork, the return of the project method to the educational process found its expression in the mandatory implementation of educational projects by students... But I do not want to leave the teacher alone with educational projects, because they contain potential that he (the teacher) still needs to realize. If I fail to do this, then for the teacher in pedagogical practice they will remain something similar to the famous essay, like a computer presentation made in Microsoft PowerPoint on a wide range of possibilities of information and communication technologies.

So, the author sets the goal: to clarify the concept of an educational project and justify their differentiation by individual types, to show the possibilities of each of these types in relation to the development of students' corresponding abilities.

Methodology. The author analyzed the sources related to the introduction of educational projects into pedagogical practice, their types and role in the educational process in natural science subjects, in particular physics. During this analysis, STEM approaches in education were taken into account, in particular, what concerns the research component of this acronym

During the study of this problem, the author relied on his own pedagogical experience as a physics teacher at school, Chernihiv Medical College, T. G. Shevchenko National University «Chernihiv Collegium», Chernihiv Regional Institute of Postgraduate Pedagogical Education named after K. D. Ushinsky. Significant results that influenced the general conclusions were obtained during the introduction and implementation of the author's courses «Preparation of a teacher of natural sciences to assist students and carry out educational and scientific projects (STEM education)», «Setting up and carrying out research laboratory work in the educational process in physics (STEM education)» and «Organization and methodology of scientific research. Registration of the results obtained» in the latter educational institution.

At the same time, many years of experience in organizing and conducting all-Ukrainian tournaments of young inventors and rationalizers, as well as the International STEM Competition «Edisons of the 21st Century» (Europe), participation in the work of the jury of the national stage of the International Competition «Intel-Tehno» were taken into account.

Results and discussion. The physics program for grades 10-11, which was compiled by the author's team under the leadership of Loktev V. M., states that the project method is one of the modern methods of activating educational activity, which effectively embodies the activity principle and ensures the constant and active participation of schoolchildren in educational and cognitive and scientific and search creative activities. It also emphasizes that the project method is one of the effective means of forming students' subject and key competencies in the process of learning physics. Wide opportunities for choosing project topics provide a variety of areas of student activity - from theoretical developments and justifications to experimental research and design. [13]. Similar roles are assigned to educational projects by the physics

program compiled by the author's team under the leadership of O. I. Lyashenko [12], as well as by the integrated course program "Natural Sciences", which was created by the author's team under the leadership of T. M. Zasyekina [11].

It should be borne in mind that the implementation of projects has long been offered to students in European countries, in particular in the Federal Republic of Germany [2], Romania, the Republic of Moldova [9; 10], etc.

There are different approaches to choosing the topic, form and time of reporting on the completed project. For example, in the Republic of Moldova, the topics of projects are already defined in the physics programs. Moreover, at the beginning of studying the named subject, the implementation of fairly simple projects is provided, which require students to search for and summarize relevant sources of information [9]. Several examples of such projects for students in grades 8-9:

– The influence of the magnetic field on living organisms;
– Electrostatic interaction in nature and technology;
– The influence of nuclear radiation on biological objects and protection against it, etc.

High school students are already being offered more complex STEM/STEAM projects to complete. Below are two such projects:

– Dependence of vehicle braking distance on road surface condition» and
– Identification of main sources of environmental pollution at the local level / Measures to reduce pollution in the residential area [10].

High school students are already being offered more complex STEM/STEAM projects to complete. Below are two such projects:

– Dependence of vehicle braking distance on road surface condition» and
– Identification of main sources of environmental pollution at the local level / Measures to reduce pollution in the residential area [10].

Project activity is of great importance in the education system of the Federal Republic of Germany, in particular in Bavaria. This can be concluded even on the basis of the fact that in their senior classes 6 academic hours are allocated for the defense of completed projects during the academic year [2].

In our physics programs, project topics are not offered. However, a significant number of indicative topics for potential projects are in the program of the integrated course «Natural Sciences», developed by the author's team under the leadership of T. M. Zasekina [11]:

– Models of the universe in people's ideas;
– Symmetry in nature. The connection between the symmetry of the world and the laws of conservation;
– Obtaining electricity from alternative sources, etc.

Experience with teachers and students suggests that it is not so easy to decide on the topic of a future project. Therefore, they sometimes turn to various sources, in particular, to the author's methodological manuals [1, 7] or to electronic resources. In the program «Natural Sciences» [11], the vast majority of the proposed projects require students to write an essay, but they should not be ignored. At least, based on them, you can formulate your own topic.

In foreign education, programs for extracurricular research of schoolchildren in natural sciences are widespread, which are implemented both at universities and in institutions of additional education. For example, a wide range of courses from practical work on robotics to artificial intelligence projects, educational experiments in physics, chemistry are offered by STEAM programs. Each of them ends with the implementation of a mini-project [3]. Programs have been developed, working on which students design and conduct their own experiments on scientific equipment, followed by presentation of the results obtained at various competitions and conferences [4].

The organization of individual research activities of students, or such activities in small groups, which takes place in general education institutions of the Republic of Moldova, Romania, Ukraine and other states, is quite productive. To summarize the effectiveness of such work, the Institute of Research, Innovation and Technology Transfer (Republic of Moldova) annually holds the International Exhibition of Inventions and Innovative Entrepreneurship, which also presents the results of research and creative activities of students and students. In 1998, on the initiative of the author, the annual All-Ukrainian Tournaments of Young Inventors and Rationalizers were launched. At these tournaments, students reported on serious creative projects, some of which acquired the status of inventions (patents for inventions were obtained). In 2024, the annual International STEM Competition "Edisons of the 21st Century" was launched, the participants of which also report on completed projects.

However, the problem of the connection of students' project activities in and outside the lessons in didactics has not been considered at the proper scientific level. In addition to the requirements of the curricula regarding the need for students to complete projects, the teacher is not given a clear explanation of its concept, their classification is not given, recommendations are not given regarding the choice of its topic, what to focus on when providing students with assistance in its implementation, etc. Therefore, we often observe how students report on such work with the same essays, which nullifies the idea and purpose of introducing educational projects into the educational process in modern conditions of education development. Only by finding the answer to these and other questions will the teacher be able to organize productive work with students on their implementation of educational projects.

While studying at school, students are mainly involved in intellectual activity, which consists in their assimilation of knowledge. For this purpose, various didactic tools, teaching methods and organizational forms of student activity have long been developed - from individual to classroom-lesson with its intermediate types - work in groups, teams, etc. To this we can confidently add distance and blended learning. The

latter can also be supplemented with «e-learning» and everything else that has been developed by pedagogical practice in the conditions of the development of information and communication technologies.

At the same time, it should be borne in mind that cognitive activity is carried out on the basis of the child's intellectual abilities, which require logical thinking and good memory. An intellectual knows a lot and can use his knowledge to solve typical (even complex) problems, but he is not capable of creativity, that is, to create an original product, and is not always capable of research activities. For all this, a person must have research and creative abilities that develop on the basis of inherited predispositions. But the lesson is regulated in time and by the curriculum, so we take the work on developing research and creative abilities outside of it. Hence the expression: extracurricular work with students. Here we find a place for students to carry out educational projects, which are mainly intended for the development of the above-mentioned abilities.

Note that the implementation of the project includes productive cognitive, research, and creative activities of the student. Therefore, what the student reports on for the work performed is best presented as a description of the student's cognitive, research, or creative activity on the previously set task(s), with appropriate appendices that allow for a better understanding of its progress and evaluation of the results obtained.

Attachments can be photographs, videos, the object under study or a manufactured sample of a working technical device, a plant, etc. This is described in more detail in the author's article [8]. It is clear that when we talk about a completed project, we mean that we have already made such a description.

It is obvious that it is time to consider possible types of educational projects. The classification we have given is of course conditional, but it fully meets the requirements of the educational process at school, as well as the participation of students in mass extracurricular activities: competitions, tournaments, conferences, exhibitions, etc.

Based on the fact that the curricula provide for the implementation of projects by all students, among them there should be those that do not require complex activities. Such projects can be given the conditional name of informational, and under certain conditions, informational-analytical.

The implementation of such a project should not be limited to copying (rewriting) fragments of texts from relevant sources (books, articles, descriptions of inventions, etc.), as was previously the case when writing abstracts. The student must perform at least a superficial analysis of the sources, reflecting in the text his own attitude to their content, and formulate certain conclusions at the end of the description. Students should also be required to make references to the sources of information used in their project descriptions, which should be accompanied by compiling a list of them. This will help them understand the concept of intellectual property and the protection of the authors' rights to it. Here are a few examples of projects of this nature:

– Simple mechanisms in our household.
– How do they achieve better grip of vehicle wheels with the road?
– For what purpose is the roadbed made inclined on bends?

The didactic value of such projects is not that significant. For the most part, they have a cognitive value. Analyzing the project completed by a student, one can only assess the level of his knowledge, the ability to analyze and systematize the relevant material.

According to the author, a research project should be considered a project during which a student comprehensively studies a phenomenon, process, or object. It is clear that research projects can only be carried out by students who have the aptitude for research activities. And during the implementation of research activities, these aptitudes can be transformed into appropriate abilities.

Such projects have already been described by the author in relevant manuals and articles [1, 5, 7, etc.], however, to understand how they differ from informational and analytical ones, it is enough to delve into the peculiarities of the formulation of their topics. In order for this to be understandable to a wide range of teachers, we will do this using accessible material:

– Study of the phenomenon of ice icicle formation;
– Study of the phenomenon of water droplets detaching from the tip of a pipette;
– Study of the phenomenon of pouring a viscous liquid, for example, honey, oil, sour cream, etc. from one vessel to another.

Well, a more complicated topic:

Research into the phenomenon of spark discharge in air.

It is obvious that the implementation of research projects is no longer limited to passive observations of the course of a certain phenomenon, but also requires the student to do the same activity in artificially created conditions, that is, during a physical, chemical or biological experiment. For example, a conclusion regarding the formation of an icicle can be made on the basis of observations of this phenomenon over several days, while taking appropriate pictures of the most important moments of its course to clarify some data and prepare a report. However, the project to be carried out on the next topic of this list already requires a physical experiment with the fixation of individual stages of the formation of a drop and its explosion from the tip of the pipette on a photo or video. Individual photographs or frames extracted from the video sequence will again become the valuable material that will allow you to come to objective conclusions. The series of photographs, which are combined into one graphic object, depict several stages of this phenomenon: 1, 2, 3 – formation of a droplet, 4 – formation of a «neck» (the place where the droplet will break away from the part of the water remaining in the pipette, free fall of the droplet – 5. (Fig. 1).

These photos were taken by physics teacher Ivan Pohorilko while assisting a student who was completing the corresponding project. The remaining photos included in the text of this article were taken by the author.

It is unlikely that it will be possible to complete a project related to the phenomenon of pouring a viscous liquid, such as honey, oil, sour cream, etc., from one vessel to another without conducting physical experiments (Fig. 2). Both tasks were offered to participants of the II International STEM Competition - International STEM Competition «Edisons of the 21st Century».

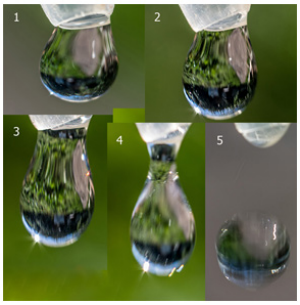


Fig. 1. The course of the phenomenon of formation and detachment of a water droplet



Fig. 2. The moment of the phenomenon of viscous fluid movement

Even more complex is a research project on the flow of spark discharge in air. One option for such research involves students taking photographs of discharge trajectories (Fig. 3), studying which they can try to find answers to some questions:

- Why are discharge trajectories different from straight lines?
- In what direction do electrons move?

On the choice of project topics. It is clear *that some students should be offered projects on* topics developed by us. However, a student who has the makings for research activities «finds» them on their own.

To this I would just like to add that research activity is very important for humanity, because thanks to it scientific discoveries are made. That is why this is the focus of attention of those involved in implementing STEM approaches in education.

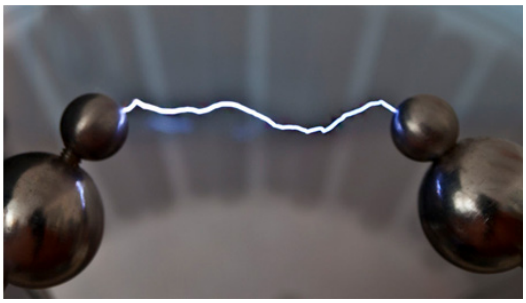


Fig. 3. Spark discharge trajectory

If we talk about STEM, then it has two important components that need to be implemented in the education system. One of them is directly related to the methods of science, which are inherent in the natural sciences. In his article, the author called it the research component [5]. The second important component (component) of STEM is engineering [6]. It is clear that the latter in the educational process in the

natural and technological fields can be implemented by involving students in the implementation of creative projects.

Creative projects. A creative project should be called a project in which the student's activity is focused on creating an original product. The novelty (originality) of this product can sometimes be subjective, which is not important at the initial stage of a child's education and development. Such projects are described by the author in his articles and methodological manuals [1, 6, 7, etc.]. A creative project can be considered the solution of each task of the All-Ukrainian Open Tournament of Young Inventors and Rationalizers. 23 such tournaments have already been held and their participants have solved more than 600 creative (inventive) tasks developed by the author, but much more creative projects have been completed, because all these tasks had different solutions.

Below are the tasks (tasks) of the III International STEM Competition «Edisons of the 21st Century»:

Task 1. "Energy of descending a mountain". *Every person knows that moving along a road that goes uphill, he gets tired more than when moving horizontally. Moving up requires a person to spend more of his own energy. However, when the road goes down, a person again has to spend his energy on restraining the movement (the person "slows down").*

Create a device that would allow a person to easily move down, without slowing down his movement with his legs, and at the same time would allow him to receive electrical or at least mechanical energy.

Task 2. "Refrigerator". *During a power outage for a long time (6-8 hours), the refrigerator «defrosts» and the products stored in it become unsuitable for consumption as food. Suggest how you can extend the storage time of products in such a refrigerator without using additional power sources.*

Our research has shown that the best results in the implementation of creative projects can be achieved in cases where their topics come (appear) from material understandable to students, and the results of the implementation will satisfy their needs. Examples of such projects are in the articles and methodological manuals of the author [1, 5, 6, 7, etc.].

Conclusions. Educational projects are not another "innovation" that imitates the development of education.

The implementation of projects by students significantly complements the intellectual activity of students, which consists in the mastery of students' existing knowledge, an activity during which their research and creative abilities are developed.

Obviously, this contributes to the implementation of two important components of STEM approaches in education (research and engineering) and, as our research shows, has a pedagogical perspective.

The organization of students' project activities should be approached in a differentiated manner, taking into account the inclinations and abilities of students to a certain type of activity.

The implementation of projects combines educational work in the classroom with extracurricular work of students. During the implementation of projects, students become convinced of the importance of theoretical knowledge for practice, which motivates their educational, research and creative activities.

BIBLIOGRAPHFY

1. DAVIDENKO A., BOCANCEA V. Proecte STEM/STEAM la fizică: ghid metodic. Chișinău: Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă", 2022. 62 p.
2. Lehrplan für das bayerische Gymnasium. Fachlehrplan für Physik. Amtsblatt des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst. Teil I. Sondernummer 9. München, 1991. S. 1257.
3. NuMinds After School Programs [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://numindsenrichment.com/after-school-steam-programs (дата звернення: 15.03.2025).
4. The Scientific Research Program [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://bendsciencestation.org/classes/scientific-research (дата звернення: 15.03.2026).
5. ДАВИДЕНКО А. А. Дослідницька складова STEM // Нові технології навчання: зб. наук. праць. Київ : ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти», 2023. Вип. 97. С. 51–57. DOI: https://doi.org/10.52256/2710-3560.97.2023.97.06
6. ДАВИДЕНКО А. А. Інженерний складник STEM // Нові технології навчання: зб. наук. праць. Київ : ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти», 2024. Вип. 98. С. 50–57. DOI: https://doi.org/10.52256/2710-3560.98.2024.98.06
7. ДАВИДЕНКО А. А. Науково-технічна творчість учнів : навч.-метод. посіб. Ніжин: Аспект Поліграф, 2010. 176 с. – Режим доступу: https://drive.google.com/file/d/1L8mPXLwI3uTPVMspIz2_yapbO_kdWL-H/view
8. ДАВИДЕНКО А. А. Поняття навчального проєкту, їх типи та роль в освітньому процесі з фізики // Вісник Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка. Серія: Педагогічні науки. Чернігів, 2021. Вип. 12 (168). С. 94–100.
9. Национальный куррикулум. Куррикулярная область «Математика и естественные науки». Дисциплина «Физика». VI–IX классы [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://mecc.gov.md/sites/default/files/fizica_curriculum_gimnaziu_rus.pdf (дата звернення: 15.03.2026).
10. Национальный куррикулум. Куррикулярная область «Математика и естественные науки». Дисциплина «Физика». X–XII классы [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://mecc.gov.md/sites/default/files/fizica_curriculum_liceu_rus.pdf (дата звернення: 15.03.2026).
11. Природничі науки. Інтегрований курс. 10–11 класи / за ред. Т. М. Засєкіної [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://base.kristti.com.ua/?p=6203 (дата звернення: 15.03.2026).
12. Фізика і астрономія. Навчальні програми для 10–11 класів ЗЗСО / за ред. О. І. Ляшенка [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://base.kristti.com.ua/?p=6177 (дата звернення: 15.03.2026).
13. Фізика. 10–11 класи. Рівень стандарту. Профільний рівень / за ред. В. М. Локтєва [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://base.kristti.com.ua/?p=6180 (дата звернення: 15.03.2026).

INTEGRABILITATEA SISTEMULUI DIFERENȚIAL CUBIC CU ȘASE DREPTE INVARIANTE DE DOUĂ DIRECȚII

INTEGRABILITY OF CUBIC DIFFERENTIAL SYSTEMS WITH SIX INVARIANT STRAIGHT LINES OF TWO DIRECTIONS

Vitalie PUȚUNTICĂ, conf. univ., dr.,
UPS „Ion Creangă" din Chișinău

Vitalie PUȚUNTICĂ, PhD, Associate Professor,
"Ion Creanga" SPU of Chisinau
ORCID: 0009-0009-0643-097X
e-mail: putuntica.vitalie@upsc.md

CZU: 514.12:514.13:514.7
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p107-116

Abstract. In this article, we study cubic plane differential systems with six invariant straight line of two directions. For this class of differential systems (a total of 12 differential systems) the problem of integrability is solved by various methods: the Darboux method, the direct method and the software method. The results obtained by the three methods coincide, i.e. the solutions obtained are equivalent to each other or differ from each other by a constant of integration.

Keywords: cubic differential system, invariant straight line, multiplicity, integrability.

Introducere. Fie sistemul polinomial de ecuații diferențiale

$$x' = P(x, y), \quad y' = Q(x, y), \quad (1)$$

în care funcțiile $P(x, y)$ și $Q(x, y)$ sunt polinoame de variabilele x și y de gradul n, unde $n = \max\{\deg P, \deg Q\}$ sau ecuația diferențială

$$Q(x, y)\,dx = P(x, y)\,dy = 0. \quad (2)$$

Notăm prin X câmpul vectorial asociat sistemului polinomial (1) și definit prin relația

$$X = P(x, y)\frac{\partial}{\partial x} + Q(x, y)\frac{\partial}{\partial y}.$$

Definiția 1. O curbă $f = 0,\ f \in C[x, y]$ se numește *curbă algebrică invariantă* pentru sistemului (1), dacă există un așa polinom $K_f(x, y) \in C[x, y]$, numit *cofatorul curbei*, încât $\forall (x, y) \in R^2$ are loc identitatea

$$X(f) \equiv f(x, y)K_f(x, y) \Leftrightarrow \frac{\partial f(x, y)}{\partial x} \cdot P(x, y) + \frac{\partial f(x, y)}{\partial y} \cdot Q(x, y) \equiv f(x, y) \cdot K_f(x, y). \quad (3)$$

În particular, dacă $f(x, y) = ax + by + c, a, b, c \in C,\ (a, b) \neq (0, 0)$, atunci ea se numește *dreaptă invariantă* pentru sistemul (1).

Definiţia 2. Curba algebrică invariantă $f = 0$ de gradul k a sistemului (1) are multiplicitatea algebrică egală cu m, dacă m este cel mai mare număr natural, astfel că f^m divide $E_d(X)$, unde

$$E_f(X) = \det \begin{pmatrix} v_1 & v_2 & \dots & v_l \\ X(v_1) & X(v_2) & \dots & X(v_l) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X^{l-1}(v_1) & X^{l-1}(v_2) & \dots & X^{l-1}(v_l) \end{pmatrix}, \quad (4)$$

iar $v_1, v_2, \dots, v_l$ este o bază a spaţiului vectorial al polinoamelor de gradul $d : C_d[x, y]$.

În cazul dreptelor invariante, adică $d = 1$, putem lua $v_1 = 1, v_2 = x, v_3 = y$ şi atunci

$$E_1(X) = P \cdot X(Q) - Q \cdot X(P). \quad (5)$$

În 1878 Darboux publică o lucrare [1] în care indică o metodă generală de integrabilitate a ecuaţiilor diferenţiale de forma (2), folosind curbele invariante algebrice ale sistemelor polinomiale.

Fie că sistemul (1) posedă N curbe invariante algebrice $f_j(x, y) = 0$, $j = 1, \dots, N$, adică există aşa coafatori $K_j(x, y)$, $j = 1, \dots, N$, încât au loc identităţile:

$$\frac{\partial f_j(x, y)}{\partial x} \cdot P(x, y) + \frac{\partial f_j(x, y)}{\partial y} \cdot Q(x, y) \equiv f_j(x, y) \cdot K_j(x, y). \quad (6)$$

Ideea lui Darboux constă în a căuta integrala primă a sistemului (1) în forma

$$F(x, y) = \prod_{j=1}^{N} f_j^{\alpha_j}(x, y) = C, \quad (7)$$

unde α_j sunt din C, iar $f_j(x, y) \in C[x, y]$. Integrala primă de forma (7) se numeşte *integrală primă Darboux*.

Teorema 1. Pentru ca sistemul polinomial (1) să posede integrală primă de tipul Darboux (7) este necesar şi suficient să existe aşa constante α_j, $j = 1, \dots, N$, nu toate identic egale cu zero, încât

$$\alpha_1 K_1(x, y) + \alpha_2 K_2(x, y) + \dots + \alpha_N K_N(x, y) \equiv 0. \quad (8)$$

Teorema 2. Dacă sistemul (1) posedă N curbe invariante algebrice distincte $f_j(x, y) = 0$, $j = 1, \dots, N$, unde $N \geq \frac{1}{2} n(n+1)$, atunci sistemul (1) posedă integrală primă Darboux de forma (7).

În caz dacă sistemul (1) nu posedă integrală primă de forma (7), Darboux propune de a construi factorul integrant de o formă analogică

$$\mu(x, y) = \prod_{j=1}^{N} f_j^{\alpha_j}(x, y), \quad (9)$$

unde $\alpha_j \in C$, iar $f_j(x, y) = 0$, $j = 1, \dots, N$ sunt curbe invariante algebrice.

Teorema 3. Pentru ca sistemul polinomial (1) să posede factor integrant de forma Darboux (9) este necesar și suficient să existe așa constante α_j, $j=\overline{1,N}$, încât să aibă loc identitatea:

$$\sum_{j=1}^{N}\alpha_j\cdot K_j\left(x,y\right)\equiv-\frac{\partial P(x,y)}{\partial x}-\frac{\partial Q(x,y)}{\partial y}. \quad (10)$$

În ultimii ani teoria Darboux de integrabilitate a fost dezvoltată, actualizată și extinsă asupra sistemelor de ordin mai mare ca doi. Astfel, o completare a acestei teorii poate fi considerat faptul că, împreună cu curbele algebrice invariante, se mai iau în vedere și multiplicitatea acestora. Curbele invariante multiple generează unele funcții exponențiale e^{g_i/h_i}, numite factori exponențiali, ce fac parte din componența integralei prime (sau a factorului integrant): $\prod_{j=1}^{N}f_j^{\alpha_j}\prod_{i=1}^{s}e^{g_i/h_i}\cdot$ În astfel de situații se vorbește despre integrabilitatea Darboux generalizată sau în sens generalizat.

În lucrările [2-7] s-au efectuat clasificarea sistemelor diferențiale cubice cu un număr de drepte invariante reale și/sau complexe după direcții și s-a rezolvat problema de integrabilitate, utilizând metoda Darboux [1].

Noi rezultate. În această lucrare se studiază sistemul diferențial cubic

$$\begin{cases}x'=p_0+p_1(x,y)+p_2(x,y)+p_3(x,y)\equiv P(x,y),\\ y'=q_0+q_1(x,y)+q_2(x,y)+q_3(x,y)\equiv Q(x,y),\end{cases} GCD(P,Q)=1, \quad (11)$$

unde $p_k=\sum_{i+j=k}a_{ij}x^iy^j$ și $q_k=\sum_{i+j=k}b_{ij}x^iy^j$ $(k=\overline{0,3})$ sunt polinoame omogene de gradul k în x și y. Coeficienții a_{ij} și b_{ij} al polinoamelor p_k și q_k se presupun a fi reali, iar condiția *GCD(P,Q)*=1 ne spune că membrii din partea dreaptă a sistemului (11) nu au factori comuni.

Petru sistemul (11), ce posedă șase drepte invariante de două direcții, au loc următoarele proprietăți [6, 7]:

1. În partea finită a planului de fază, sistemul (11) are cel mult nouă puncte singulare.

2. În partea finită a planului de fază, sistemul (11) are cel mult opt drepte invariante.

3. În partea finită a planului de fază pe orice dreaptă invariantă există cel mult trei puncte singulare ale sistemului (11).

4. Printr-un punct nu pot trece mai mult de patru drepte invariante distincte ale sistemului (11).

5. Dacă l_1,l_2,l_3 formează un triplet de drepte invariante paralele pentru sistemul (11), atunci:

a) $l_1,l_2,l_3\in{}^\circ[x,y]$, sau

b) l_1,l_2,l_3 sunt complexe conjugate, sau

c) $l_1\in{}^\circ[x,y]$ și l_2,l_3 sunt pur imaginare.

6. Multiplicitatea paralelă a unei drepte invariante reale a sistemului cubic (11) este cel mult trei.

7. Multiplicitatea paralelă a oricărei drepte invariante pur imaginare a sistemului cubic (11) este egală cu unu.

8. Pentru sistemul cubic (11), multiplicitatea paralelă totală a trei drepte invariante în poziție generică este cel mult patru.

Luând în considerație aceste proprietăți s-a obținut:

Teorema 4. Orice sistem diferențial cubic cu șase drepte invariante (enumerându-se și multiplicitatea lor paralelă) de două direcții, cu ajutorul unei transformări afine de coordonate și scalarea timpului, poate fi scris sub unul din următoarele 12 de sisteme enumerate în Tab. 1.

Tabelul 1. Sistemele diferențiale cubice cu șase drepte invariante de două direcții și integralele prime

Nr. ord.	Sistemele diferențiale	Dreptele invariante	Int.
1.	$\begin{cases} x' = x(x+1)(x-a),\ a>0, \\ y' = \omega y(y+1)(y-b),\ b>0,\ \omega \neq 0; \end{cases}$	$l_1 = x,\ l_2 = x+1,\ l_3 = x-a,$ $l_4 = y,\ l_5 = y+1,\ l_6 = y-b;$	F_1
2.	$\begin{cases} x' = x^2(x+1), \\ y' = \omega y(y+1)(y-b),\ b>0,\ \omega \neq 0; \end{cases}$	$l_{1,2} = x,\ l_3 = x+1,\ l_4 = y,$ $l_5 = y+1,\ l_6 = y-b;$	F_2
3.	$\begin{cases} x' = x^3, \\ y' = \omega y(y+1)(y-b),\ b>0,\ \omega \neq 0; \end{cases}$	$l_{1,2,3} = x,\ l_4 = y,\ l_5 = y+1,$ $l_6 = y-b;$	F_3
4.	$\begin{cases} x' = x^2(x+1), \\ y' = \omega y^2(y+1),\ \omega \neq 0; \end{cases}$	$l_{1,2} = x,\ l_3 = x+1,\ l_{4,5} = y,$ $l_6 = y+1;$	F_4
5.	$\begin{cases} x' = x^3, \\ y' = \omega y^2(y+1),\ \omega \neq 0; \end{cases}$	$l_{1,2,3} = x,\ l_{4,5} = y,\ l_6 = y+1;$	F_5
6.	$\begin{cases} x' = x^3, \\ y' = \omega y^3,\ \omega \neq 0; \end{cases}$	$l_{1,2,3} = x,\ l_{4,5,6} = y;$	F_6
7.	$\begin{cases} x' = x\left((x-a)^2+1\right), \\ y' = \omega y(y+1)(y-b),\ \omega \neq 0; \end{cases}$	$l_1 = x,\ l_{2,3} = x-a \pm i,$ $l_4 = y,\ l_5 = y+1,\ l_6 = y-b;$	F_7
8.	$\begin{cases} x' = x\left((x-a)^2+1\right), \\ y' = \omega y^2(y+1),\ \omega \neq 0; \end{cases}$	$l_1 = x,\ l_{2,3} = x-a \pm i,$ $l_{4,5} = y,\ l_6 = y+1;$	F_8

9.	$\begin{cases} x' = x\left((x-a)^2+1\right), \\ y' = \omega y^3,\ \omega \neq 0; \end{cases}$	$l_1 = x,\ l_{2,3} = x-a\pm i,$ $l_{4,5,6} = y;$	F_9
10.	$\begin{cases} x' = x\left((x-a)^2+1\right), \\ y' = \omega y\left((y-b)^2+1\right),\ \omega \neq 0; \end{cases}$	$l_1 = x,\ l_{2,3} = x-a\pm i,$ $l_4 = y,\ l_{5,6} = y-b\pm i;$	F_{10}
11.	$\begin{cases} x' = (ac-bd)x-(bc+ad)y+(a+c)x^2- \\ \quad -2(b+c)xy-(a+c)y^2+x^3-3xy^2, \\ y' = (bc+ad)x+(ac-bd)y+(b+c)x^2+ \\ \quad +2(a+c)xy-(b+c)y^2+3x^2y-y^3; \end{cases}$	$l_{1,2} = x\pm iy,$ $l_{3,4} = x\pm iy+a\pm bi,$ $l_{5,6} = x\pm iy+c\pm di;$	F_{11}
12.	$\begin{cases} x' = ax^2-2bxy-ay^2+x^3-3xy^2, \\ y' = bx^2+2axy-by^2+3x^2y-y^3; \end{cases}$	$l_{1,2;3,4} = x\pm iy,$ $l_{3,4} = x\pm iy+a\pm bi,$	F_{12}

$$F_1 = x^{-(a+1)(b+1)\omega b}\left(x+1\right)^{(b+1)\omega ab}\left(x-a\right)^{(b+1)\omega b}y^{(a+1)(b+1)a}\left(y+1\right)^{-(a+1)ab}\left(y-b\right)^{-(a+1)a};$$

$$F_2 = x^{-(b+1)\omega b}e^{-\frac{(b+1)\omega b}{x}}\left(x+1\right)^{(b+1)\omega b}y^{b+1}\left(y+1\right)^{-b}\left(y-b\right)^{-1};$$

$$F_3 = e^{-\frac{(b+1)\omega b}{2x^2}}y^{b+1}\left(y+1\right)^{-b}\left(y-b\right)^{-1};$$

$$F_4 = x^{-\omega}e^{-\frac{\omega}{x}}\left(x+1\right)^{\omega}ye^{\frac{1}{y}}\left(y+1\right)^{-1};$$

$$F_5 = e^{-\frac{\omega}{2x^2}}ye^{\frac{1}{y}}\left(y+1\right)^{-1};$$

$$F_6 = e^{-\frac{\omega}{x^2}}e^{\frac{1}{y^2}};$$

$$F_7 = x^{\frac{(b+1)\omega b}{a^2+1}}e^{\frac{(b+1)\omega ab}{a^2+1}\operatorname{arcctg}(a-x)}\left((x-a)^2+1\right)^{-\frac{(b+1)\omega b}{2(a^2+1)}}y^{b+1}(y+1)^{-b}(y-b)^{-1};$$

$$F_8 = x^{\frac{\omega}{a^2+1}}e^{\frac{a\omega}{a^2+1}\operatorname{arcctg}(a-x)}\left((x-a)^2+1\right)^{-\frac{\omega}{2(a^2+1)}}ye^{\frac{1}{y}}(y+1)^{-1};$$

$$F_9 = x^{\frac{\omega}{a^2+1}}e^{\frac{a\omega}{a^2+1}\operatorname{arcctg}(a-x)}\left((x-a)^2+1\right)^{-\frac{\omega}{2(a^2+1)}}e^{\frac{1}{2y^2}};$$

$$F_{10} = x^{\frac{\omega}{a^2+1}}e^{\frac{a\omega}{a^2+1}\operatorname{arcctg}(a-x)}\left((x-a)^2+1\right)^{-\frac{\omega}{2(a^2+1)}}y^{-\frac{1}{b^2+1}}e^{-\frac{b}{b^2+1}\operatorname{arcctg}(b-x)}\left((y-b)^2+1\right)^{\frac{1}{2(b^2+1)}};$$

$$F_{11}=e^{2\left((a-c)^2+(b-d)^2\right)(ac-bd)\operatorname{arctg}\frac{y}{x}}\left(x^2+y^2\right)^{-\left((a-c)^2+(b-d)^2\right)(bc+ad)}e^{2(c^2+d^2)(ac-a^2+b^2+bd)\operatorname{arctg}\frac{b+y}{a+x}}\cdot$$
$$\cdot\left((x+a)^2+(y+b)^2\right)^{-(c^2+d^2)(bc-2ab+ad)}e^{-2(a^2+b^2)(ac-c^2+d^2-bd)\operatorname{arctg}\frac{d+y}{c+x}}\cdot$$
$$\cdot\left((x+c)^2+(y+d)^2\right)^{(a^2+b^2)(bc-2cd+ad)};$$

$$F_{12}=e^{2(a^2-b^2)\operatorname{arctg}\frac{y}{x}}\left(x^2+y^2\right)^{-2ab}e^{-\frac{2(a^2+b^2)(bx+ay)}{x^2+y^2}}e^{-2(a^2-b^2)\operatorname{arctg}\frac{b+y}{a+x}}\left((x+a)^2+(y+b)^2\right)^{2ab}.$$

Pentru sistemele din Tab. 1 s-a rezolvat problema de integrabilitate prin diverse metode: metoda Darboux (găsind integrala primă Darboux sau factorul integrant Darboux), metoda directă (reducând sistemul diferențial la o ecuație diferențială de ordinul întâi) și metoda software.

Argumentare. Vom arăta diverse metode de integrabilitate a sistemelor diferențiale enumerate în Teorema 4.

Integrabilitatea sistemul Nr. 1

a) Metoda Darboux. Fie sistemul diferențial

$$\begin{cases} x'=x(x+1)(x-a),\ a>0, \\ y'=\omega y(y+1)(y-b),\ b>0,\ \omega\neq 0, \end{cases} \quad (12)$$

unde $l_1=x, l_2=x+1, l_3=x-a, l_4=y, l_5=y+1, l_6=y-b$ sunt dreptele invariante ale acestui sistem.

Cofatorii dreptelor menționate sunt

$$K_1(x,y)=(x+1)(x-a), K_2(x,y)=x(x-a), K_3(x,y)=x(x+1),$$
$$K_4(x,y)=\omega(y+1)(y-b), K_5(x,y)=\omega y(y-b), K_6(x,y)=\omega y(y+1),$$

respectivi. Folosind relația (8), obținem

$$\alpha_1(x+1)(x-a)+\alpha_2x(x-a)+\alpha_3x(x+1)+\alpha_4\omega(y+1)(y-b)+\alpha_5\omega y(y-b)+$$
$$+\alpha_6\omega y(y+1)=0.$$

Egalând coeficienții pe lângă monoamele $x^k y^j$, unde $k, j=\overline{0,2}$ vom avea

$$\begin{cases} a\alpha_1+\omega b\alpha_4=0, \\ (1-a)\alpha_1-a\alpha_2+\alpha_3=0, \\ (1-b)\alpha_4-b\alpha_5+\alpha_6=0, \\ \alpha_1+\alpha_2+\alpha_3=0, \\ \alpha_4+\alpha_5+\alpha_6=0. \end{cases} \quad (13)$$

Sistemul (13) este un sistem compatibil nedeterminat ce are soluția

$$\alpha_1 = -\frac{\omega b \alpha_4}{a},\ \alpha_2 = \frac{\omega b \alpha_4}{a+1},\ \alpha_3 = \frac{\omega b \alpha_4}{a(a+1)},\ \alpha_5 = -\frac{b\alpha_4}{b+1},\ \alpha_6 = -\frac{\alpha_4}{b+1}.$$

Substituind $\alpha_4 = (a+1)(b+1)a$ vom avea:

$$\alpha_1 = -(a+1)(b+1)\omega b,\ \alpha_2 = (b+1)\omega ab,\ \alpha_3 = (b+1)\omega b,$$
$$\alpha_5 = -(a+1)ab,\ \alpha_6 = -(a+1)a.$$

Prin urmare, substituind exponenții obținuți și dreptele invariante ale sistemului (12) în relația (7) , vom obține integrala primă Darboux:

$$x^{-(a+1)(b+1)\omega b}\left(x+1\right)^{(b+1)\omega ab}\left(x-a\right)^{(b+1)\omega b}y^{(a+1)(b+1)a}\left(y+1\right)^{-(a+1)ab}\left(y-b\right)^{-(a+1)a} = C.$$

b) Metoda directă. Sistemul (12) poate fi redusă la o ecuație diferențială de forma

$$\frac{dy}{dx} = \frac{\omega y(y+1)(y-b)}{x(x+1)(x-a)} \text{ sau } y' = \frac{\omega y(y+1)(y-b)}{x(x+1)(x-a)}.$$

Ecuația obținută reprezintă o ecuație diferențială cu variabile separabile. Separând variabilele și integrând, obținem

$$\frac{dy}{y(y+1)(y-b)} = \frac{\omega dx}{x(x+1)(x-a)} \Leftrightarrow \int \frac{dy}{y(y+1)(y-b)} = \omega \int \frac{dx}{x(x+1)(x-a)}.$$

Funcțiile raționale se descompun în fracții elementare:

$$\frac{1}{y(y+1)(y-b)} = \frac{A}{y} + \frac{B}{y+1} + \frac{C}{y-b} \Leftrightarrow \begin{cases} A = -1/b \\ B = 1/(b+1) \\ C = 1/(b^2+b) \end{cases}.$$

$$\left(\frac{1}{x(x+1)(x-a)} = \frac{A}{x} + \frac{B}{x+1} + \frac{C}{x-a} \Leftrightarrow \begin{cases} A = -1/a \\ B = 1/(a+1) \\ C = 1/(a^2+a) \end{cases}. \right)$$

Astfel, revenind la procesul de integrare obținem:

$$\int \left(\frac{-1}{by} + \frac{1}{(b+1)(y+1)} + \frac{1}{b(b+1)(y-b)} \right) dy = \omega \int \left(\frac{-1}{ax} + \frac{1}{(a+1)(x+1)} + \frac{1}{a(a+1)(x-a)} \right) dx$$

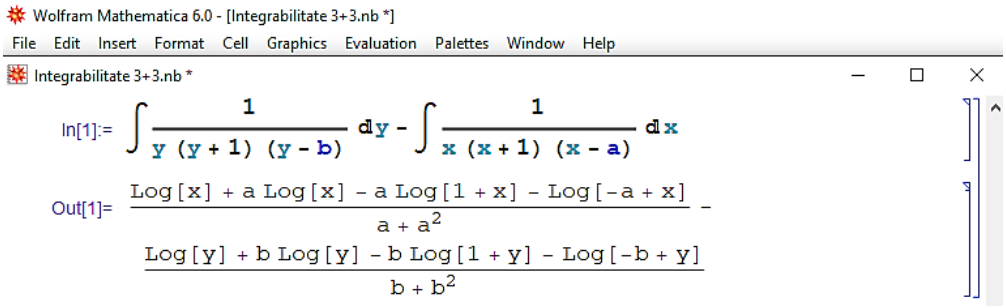
$$\Leftrightarrow -\frac{1}{b}\ln|y| + \frac{1}{b+1}\ln|y+1| + \frac{1}{b(b+1)}\ln|y-b| =$$

$$= -\frac{\omega}{a}\ln|x| + \frac{\omega}{a+1}\ln|x+1| + \frac{\omega}{a(a+1)}\ln|x-a| + C$$

sau

$$x^{-(a+1)(b+1)\omega b}\left(x+1\right)^{(b+1)\omega ab}\left(x-a\right)^{(b+1)\omega b}y^{(a+1)(b+1)a}\left(y+1\right)^{-(a+1)ab}\left(y-b\right)^{-(a+1)a} = C.$$

c) Metoda software. Pentru procesul de integrare vom folosi software Wolfram Mathematica:



Integrabilitatea sistemul Nr. 9

a) Metoda Darboux. Fie sistemul diferențial

$$\begin{cases} x' = x\left((x-a)^2+1\right), \\ y' = \omega y^3, \ \omega \neq 0, \end{cases} \qquad (14)$$

unde $l_1 = x, l_{2,3} = x - a \pm i, l_{4,5,6} = y$ sunt dreptele invariante ale acestui sistem. Dreapta $y = 0$ este de multiplicitatea trei. Prin urmare, ea generează funcțiile exponențiale $e^{1/y}$ și e^{1/y^2}.

Cofatorii dreptelor menționate, luând în considerațiile și funcțiile exponențiale, sunt

$$K_1(x,y) = x^2 - 2ax + a^2 + 1, \ K_2(x,y) = x(x-a-i), \ K_3(x,y) = x(x-a+i),$$
$$K_4(x,y) = \omega y^2, \ K_5(x,y) = -\omega y, \ K_6(x,y) = -2\omega,$$

respectivi. Folosind relația (8), obținem

$$\alpha_1(x^2 - 2ax + a^2 + 1) + \alpha_2 x(x-a-i) + \alpha_3 x(x-a+i) + \alpha_4 \omega y^2 - \alpha_5 \omega y - 2\alpha_6 \omega = 0.$$

Egalând coeficienții pe lângă monoamele $x^k y^j$, unde $k, j = \overline{0,2}$ vom avea

$$\begin{cases} (a^2+1)\alpha_1 - 2\omega\alpha_6 = 0, \\ 2a\alpha_1 + (a+i)\alpha_2 + (a-i)\alpha_3 = 0, \\ \alpha_5 = 0, \\ \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 0, \\ \alpha_4 = 0. \end{cases} \qquad (15)$$

Sistemul (15) este un sistem compatibil nedeterminat ce are soluția

$$\alpha_1 = \frac{2i\alpha_3}{a-i}, \ \alpha_2 = -\frac{(a+i)\alpha_3}{a-i}, \ \alpha_4 = \alpha_5 = 0, \ \alpha_6 = \frac{(ia-1)\alpha_3}{\omega}.$$

Substituind $\alpha_3 = -\dfrac{i\omega}{2(a+i)}$ vom avea:

$$\alpha_1=\frac{\omega}{a^2+1},\ \alpha_2=\frac{i\omega}{2(a-i)},\ \alpha_3=-\frac{i\omega}{2(a+i)},\ \alpha_4=\alpha_5=0,\ \alpha_6=\frac{1}{2}.$$

Deoarece $l_{2,3}=x-a\pm i$, atunci utilizând relația

$$f^{\alpha}\overline{f}^{\overline{\alpha}}=\left[\left(\operatorname{Re}f\right)^2+\left(\operatorname{Im}f\right)^2\right]^{\operatorname{Re}\alpha}\exp\left(-2\operatorname{Im}\alpha\cdot\operatorname{arctg}\frac{\operatorname{Im}f}{\operatorname{Re}f}\right)$$

obținem

$$l_2^{\alpha}l_3^{\overline{\alpha}}=\left(x-a+i\right)^{\frac{i\omega}{2(a-i)}}\left(x-a-i\right)^{-\frac{i\omega}{2(a+i)}}=\left[\left(x-a\right)^2+1\right]^{-\frac{\omega}{2(a^2+1)}}e^{\frac{a\omega}{1+a^2}\operatorname{arcctg}(a-x)}.$$

Prim urmare, integrala Darboux va fi:

$$x^{\frac{\omega}{a^2+1}}e^{\frac{a\omega}{a^2+1}\operatorname{arcctg}(a-x)}\left((x-a)^2+1\right)^{-\frac{\omega}{2(a^2+1)}}e^{\frac{1}{2y^2}}=C.$$

b) Metoda directă. Sistemul (14) poate fi redusă la o ecuație diferențială de forma

$$\frac{dy}{dx}=\frac{\omega y^3}{x\left((x-a)^2+1\right)}\ \text{sau}\ y'=\frac{\omega y^3}{x\left((x-a)^2+1\right)}.$$

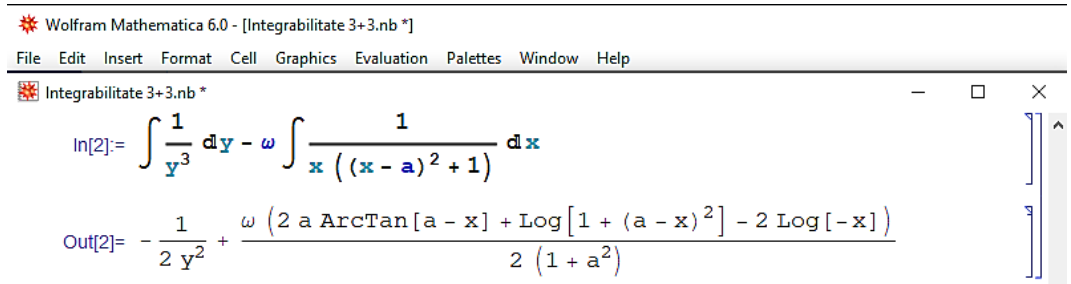
Ecuația obținută reprezintă o ecuație diferențială cu variabile separabile. Separând variabilele și integrând, obținem

$$\frac{dy}{y^3}=\frac{\omega dx}{x\left((x-a)^2+1\right)}\Leftrightarrow\int\frac{dy}{y^3}=\frac{\omega}{a^2+1}\int\left(\frac{1}{x}+\frac{2a-x}{(x-a)^2+1}\right)dx\Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow\frac{1}{y^2}=\frac{\omega}{(a^2+1)}\left(2a\operatorname{arctg}(a-x)+\ln\frac{(x-a)^2+1}{x^2}\right)+C.$$

Efectuând niște transformări elementare, se poate ajunge la același rezultat prin metoda Darboux

c) Metoda software. Folosind software Wolfram Mathematica, obținem:



Prin unele transformări elementare, poate fi adusă la același rezultat obținut prin metodele anterioare.

În mod similar, folosind metodele menționate, se demonstrează și celelalte integrale prime din Tab. 1.

BIBLIOGRAFIE

1. DARBOUX, G. *Mémoire sur les équations différentielles algébriques du premier ordre et du premier degré*. Bull. Scices Math. Sér., 1878, p. 60-96; 123-144; 151-200; (in French).
2. PUȚUNTICĂ, V. *Integrability of cubic differential systems with the maximum number of invariant straight lines*, Învățământul superior din Republica Moldova la 85 de ani, Materialele conferinței științifice naționale cu participare internațională, Chișinău, 24-25 septembrie 2015, p. 36-37.
3. PUȚUNTICĂ,V.; ȘUBĂ,A. *The cubic differential system with six real invariant straight lines along two directions*, Studia Universitatis. Seria Științe exacte și economice, N 8(13), 2008, p. 5-16. ISSN 1857-2073.
4. PUȚUNTICĂ V.; ȘUBĂ,A. *The cubic differential system with six real invariant straight lines along three directions*, Buletinul Academiei de Științe a Republicii Moldova, Matematica Nr. 2(60), 2009, p. 111-130. ISSN1024-7696.
5. PUȚUNTICĂ V.; ȘUBĂ, A. *Cubic differential systems with affine real invariant straight lines of total parallel multiplicity six and configuration* (3(*m*),1,1,1), ACTA ET COMMENTATIONES, Științe Exacte și ale Naturii, Universitatea de Stat din Tiraspol, Nr. 2(6), 2018, p. 95-116. ISSN 2537-6284.
6. ȘUBĂ, A.; REPEȘCO, V.; PUȚUNTICĂ, V. *Cubic systems with invariant affine straight lines of total parallel multiplicity seven*. Electronic Journal of Differential Equation, Vol. 2013 (2013), No. 274, p. 1-22. ISSN: 1072-6691. URL: http://ejde.math.thstate.edu or http://ejde.unt.edu ftp ejde.math.txstate.edu. SUA Texas.
7. ȘUBĂ, A.; REPEȘCO, V.; PUȚUNTICĂ, V. *Cubic systems with seven invariant straight lines of configuration* (3,3,1), Buletinul Academiei de Științe a Republicii Moldova, Matematica, no. 2(69), 2012, p. 81-98. ISSN 1024-7696.

TEHNOLOGII EMERGENTE PENTRU PREDAREA DISCIPLINELOR STEM[4]

EMERGING TECHNOLOGIES FOR TEACHING STEM DISCIPLINES

Roman CECAN, doctorand,
UPS „Ion Creangă" din Chișinău
Andrei BRAICOV, prof. univ., dr.,
UPS „Ion Creangă" din Chișinău

Roman CECAN, PhD Student,
"Ion Creanga" SPU of Chisinau
ORCID: 0009-0009-3925-559X
e-mail: cecan.roman@upsc.md
Andrei BRAICOV, PhD, University Professor,
"Ion Creanga" SPU of Chisinau
ORCID: 0000-0001-6416-2357
e-mail: braicov.andrei@upsc.md

CZU: 37.022:004.8
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p117-125

Abstract. This article analyzes the use of emerging technologies in STEM education. It highlights how these technologies enable the exploration of abstract concepts, experimentation with complex phenomena, and active learning, while fostering creativity and critical thinking. The pedagogical advantages are discussed, such as personalized learning and student collaboration, along with associated challenges, including unequal access to equipment, insufficient teacher training, and data security concerns. The article concludes that, when used responsibly and integrated into the curriculum, emerging technologies can transform STEM lessons into interactive, immersive experiences that are relevant to 21st-century skills.

Keywords: STEM education, emerging technologies, virtual reality, VR, augmented reality, AR, artificial intelligence, AI.

Introducere. Predarea științelor reale (matematică, fizică, chimie și biologie) a reprezentat întotdeauna o provocare educațională complexă. Din perspectivă pedagogică, tehnologiile emergente (TE) creează o punte între teorie și practică, oferind elevilor experiențe de învățare interactive și multisenzoriale.

Întrucât aceste tehnologii funcționează pe dispozitive utilizate frecvent în viața cotidiană, precum smartphone-urile și tabletele, ele au devenit tot mai accesibile, eliminând în mare măsură barierele tehnice complexe. Dincolo de simpla vizualizare, TE contribuie activ la formarea competențelor elevilor, pregătindu-i pentru o lume în care abilitățile digitale și capacitatea de a rezolva probleme practice sunt esențiale.

4 Articol elaborat în cadrul proiectului bilateral RO-MD de cercetare „Noi tehnologii de realitate extinsă pentru augmentare cognitivă prin suprapunerea de experiențe interactive", cod proiect 25.80013.5007.60ROMD

Prezentul articol analizează principalele categorii de TE cu impact demonstrat în predarea disciplinelor STEM: realitatea virtuală și augmentată (RV/AR), utilizată în laboratoare virtuale; inteligența artificială (IA) pentru personalizarea parcursului de învățare; simulările și modelarea computațională; platformele de e-Learning și cursurile masive deschise online (MOOC), precum și roboții educaționali și dispozitivele Internet of Things (IoT).

Tehnologiile emergente sunt definite ca tehnologii noi sau în curs de dezvoltare, cu potențialul de a transforma semnificativ economia, educația și modul în care trăim și lucrăm. Termenul a început să fie utilizat pe scară largă în anii 1990, odată cu dezvoltarea accelerată a internetului, a tehnologiilor digitale, a biotehnologiei și a nanotehnologiei.

Integrarea TE în procesul educațional reprezintă una dintre direcțiile esențiale pentru modernizarea actului didactic și adaptarea acestuia la cerințele societății bazate pe cunoaștere.

În special, în domeniul științelor reale utilizarea acestor tehnologii contribuie la creșterea eficienței procesului de predare-învățare și la dezvoltarea competențelor digitale ale elevilor.

TE, precum IA, RV, RA, simulările interactive, platformele educaționale digitale sau laboratoarele virtuale, oferă oportunități inovatoare pentru prezentarea conceptelor științifice complexe într-un mod accesibil și atractiv. Aceste instrumente facilitează învățarea activă, experimentarea virtuală și vizualizarea fenomenelor abstracte, contribuind astfel la dezvoltarea gândirii logice, analitice și critice.

De asemenea, utilizarea TE permite personalizarea procesului educațional, adaptarea ritmului de învățare la nevoile individuale ale elevilor și dezvoltarea unor medii de învățare colaborative. În acest context, rolul profesorului se redefinește, acesta devenind un facilitator al învățării și un ghid în utilizarea eficientă a resurselor tehnologice. Prin urmare, analiza și integrarea TE în predarea științelor reale, în corelație cu principiile educației STEAM, reprezintă o necesitate pentru dezvoltarea unui sistem educațional modern, capabil să pregătească elevii pentru provocările și oportunitățile societății digitale.

Metodologia și descrierea tehnologiilor emergente

În cadrul studiului privind utilizarea TE în predarea științelor reale a fost adoptată o metodologie bazată pe metode moderne de analiză pedagogică și tehnologică. Scopul principal al cercetării constă în evidențierea modului în care noile tehnologii pot îmbunătăți procesul de predare-învățare și pot stimula interesul elevilor pentru disciplinele științifice. Au fost utilizate două metode:

- ✓ *Metoda analizei bibliografice*: analiza literaturii de specialitate, a articolelor științifice și a rapoartelor educaționale referitoare la utilizarea TE în educație;
- ✓ *Metoda comparativă*: compararea metodelor tradiționale de predare cu cele bazate pe tehnologii digitale moderne.

În domeniul științelor reale, TE facilitează înțelegerea conceptelor abstracte prin intermediul simulărilor, vizualizărilor interactive și al experiențelor practice virtuale.

Inteligența artificială este utilizată pentru personalizarea procesului de învățare. Platformele educaționale bazate pe IA pot analiza nivelul de cunoștințe al elevilor și pot adapta conținutul în funcție de nevoile individuale. În predarea matematicii și a fizicii, aceste sisteme pot oferi exerciții suplimentare, explicații automatizate și feedback imediat.

Realitatea virtuală și realitatea augmentată permit crearea unor medii interactive în care elevii pot explora fenomene științifice complexe. De exemplu, aceștia pot vizualiza structura moleculelor, explora sistemul solar sau realiza experimente virtuale în condiții de siguranță.

Simulările digitale sunt utilizate pentru reproducerea proceselor fizice, chimice sau biologice. Laboratoarele virtuale oferă posibilitatea realizării experimentelor într-un mediu controlat, în care elevii pot modifica parametri și observa rezultatele în timp real.

Platformele de învățare interactivă (online) oferă resurse educaționale variate, precum teste, exerciții, animații și materiale video explicative. Acestea facilitează atât învățarea autonomă, cât și cea colaborativă, permițând totodată profesorilor să monitorizeze progresul elevilor.

Tehnologii analizate

RV și RA reprezintă reprezintă unele dintre cele mai inovatoare și spectaculoase tehnologii utilizate în educația universitară în ultimul deceniu. Prin crearea unor medii tridimensionale imersive, aceste tehnologii permit studenților să exploreze fenomene fizice, chimice și biologice care nu pot fi observate direct în condiții obișnuite de laborator.

Laboratoarele bazate pe RV utilizează căști de realitate virtuală (precum Oculus Quest, HTC Vive sau Microsoft HoloLens) sau platforme web (de tipul Mozilla Hubs, Engage) pentru a recrea medii experimentale digitale.

În aceste medii, studenții pot manipula structuri moleculare în spațiu tridimensional, pot observa reacții chimice periculoase în condiții de siguranță sau pot explora structuri biologice la nivel celular. În contrast, RA suprapune elemente digitale peste mediul real, facilitând vizualizarea unor fenomene invizibile, precum câmpurile electromagnetice, fluxurile de fluide sau structura internă a organelor.

Printre platformele consacrate se numără Labster, un simulator de laborator virtual utilizat la scară largă în universități din întreaga lume, care acoperă domenii precum biologia moleculară, chimia organică și fizica cuantică.

De asemenea, zSpace oferă stații de lucru bazate pe RA, utilizate, în special, pentru disecții virtuale în anatomie, iar Google Expeditions a facilitat realizarea de explorări virtuale în locații inaccesibile, de la fundul oceanelor până la suprafața planetei Marte.

Rezultatele studiilor publicate în Journal of Science Education and Technology indică o creștere semnificativă a retenției cunoștințelor în rândul studenților care utilizează simulări RV, comparativ cu metodele tradiționale de predare. Principalele beneficii identificate includ:

- ✓ accesul la experimente costisitoare sau periculoase, fără riscuri;
- ✓ posibilitatea repetării experimentelor de un număr nelimitat de ori, fără consum de resurse materiale;
- ✓ vizualizarea proceselor la scară moleculară sau astronomică;
- ✓ reducerea anxietății asociate activităților de laborator în rândul studenților începători.

Cu toate acestea, implementarea acestor tehnologii implică și anumite provocări.

Costurile echipamentelor rămân relativ ridicate (aproximativ 500–3000 EUR per unitate RV), iar utilizarea prelungită poate genera disconfort fizic pentru unii utilizatori. În plus, dezvoltarea de conținut educațional de calitate necesită echipe interdisciplinare și resurse financiare considerabile.

În concluzie, aplicațiile și platformele bazate pe RV și RA oferă oportunități semnificative pentru integrarea elementelor digitale în procesul educațional, contribuind la crearea unor experiențe de învățare interactive, imersive și relevante pentru formarea competențelor secolului XXI.

Tabelul 1. Lista aplicațiilor bazate pe RV și RA

Denumirea aplicației	Descrierea generală
Labster	Oferă peste 300 de simulări de laborator virtual în domenii precum biologia moleculară, chimia organică, fizica și medicina. Este utilizată de peste 200 de universități la nivel global și include feedback imediat și scenarii interactive.
PhET Interactive Simulations	Include aproximativ 150 de simulări interactive dezvoltate de University of Colorado Boulder. Acoperă fizica, chimia, matematica și biologia. Este accesibilă direct din browser, fără echipamente speciale, și a fost utilizată de peste 750 de milioane de ori la nivel global.
IKEA Kreativ	Funcție avansată integrată în aplicația IKEA, care utilizează RA și IA pentru design interior, permițând vizualizarea obiectelor în spațiul real.
Google Maps	Platformă complexă de navigație care integrează IA și elemente de RA, devenind un instrument avansat de explorare și orientare.
Google Expeditions	Platformă educațională bazată pe VR și AR, care permite realizarea de excursii virtuale ghidate. Conținutul este în prezent integrat în Google Arts & Culture.
Froggipedia	Aplicație educațională bazată pe AR pentru studiul biologiei, oferind disecții virtuale interactive și etice. A fost desemnată „Aplicația Anului” de către Apple.

Denumirea aplicației	Descrierea generală
Merge EDU	Platformă educațională care utilizează un cub fizic (Merge Cube) pentru vizualizarea obiectelor 3D în AR, precum organe, galaxii sau structuri geologice.
CoSpaces Edu	Platformă de tip freemium care permite elevilor să creeze și să anime medii 3D utilizând programare vizuală. Proiectele pot fi explorate în VR și AR.
Human Anatomy Atlas (AR)	Aplicație detaliată pentru studiul anatomiei umane, care permite vizualizarea și explorarea sistemelor corpului în RA.
Elements 4D	Aplicație educațională care utilizează cuburi fizice pentru a simula reacții chimice în timp real prin AR.
CleverBooks Geography	Platformă AR care utilizează hărți interactive pentru vizualizarea reliefului, faunei și caracteristicilor climatice ale diferitelor regiuni.
JigSpace	Permite explorarea obiectelor și mecanismelor în format 3D interactiv, facilitând înțelegerea funcționării acestora prin descompunere în componente.
Zappar	Platformă de dezvoltare AR utilizată pentru crearea de experiențe interactive ce conectează mediul fizic cu cel digital, cu aplicații în educație și marketing.
ZapWorks	Set de instrumente pentru crearea de aplicații AR (inclusiv WebAR), care permite dezvoltarea de conținut interactiv accesibil direct din browser.
Blippar	Platformă AR bazată pe recunoaștere vizuală și IA, capabilă să identifice obiecte reale și să suprapună conținut digital fără utilizarea markerelor.
GeoGebra AR	Extensie a GeoGebra 3D Calculator care permite vizualizarea obiectelor matematice în AR pe dispozitive mobile, fără echipamente suplimentare.
Wayfair (AR)	Platformă de comerț electronic care utilizează AR pentru vizualizarea mobilierului în spațiul real, facilitând procesul decizional al utilizatorilor.

Platformele de laborator virtual oferă simulări interactive ale experimentelor de laborator, permițând studenților să desfășoare activități practice în medii digitale sigure, fără costuri de materiale consumabile sau riscuri fizice.

Tabelul 2. Aplicații de RV și RA clasificate pe categorii

Dezvoltare	Educație	Rețele sociale și jocuri	Comerț și marketing
ARCore	Merge EDU	Pokémon GO	IKEA Place
ARKit	Labster	Harry Potter: Wizards Unite	Sephora Virtual Artist
Vuforia	JigSpace	Ingress	Amazon RA View
Engine	Google Expeditions	AR Dragon	Wayfair
Wikitude	AR Flashcards	TikTok	Zappar
Unity	Google Expeditions	Instagram	Blippar

Integrarea tehnologiilor RA în ecosistemul educațional STEAM facilitează transpunerea conceptelor abstracte în experiențe senzoriale interactive, optimizând procesele cognitive de învățare. Tabelul următor sintetizează principalele instrumente digitale actuale, clasificându-le în funcție de complexitatea tehnică și obiectivele pedagogice vizate.

Tabelul 3. Aplicații de RV și RA în funcție de dificultate, tip de interacțiune și scop educațional

Aplicație	Dificultate	Tip de programare	Publicare / Acces	Scop STEAM principal
Labster	Medie	No-code (Simulări ghidate)	Platformă proprie / LMS	Vizualizare experimente, Siguranță în laborator
PhET Simulations	Scăzută	Interactiv (fără cod)	Web / App propriu	Logică, Vizualizare fenomene fizice/chimice
IKEA Kreativ	Scăzută	No-code (Design interior)	App IKEA	Design, Geometrie aplicată, Arte
Google Maps (Live View)	Scăzută	No-code (Navigație)	App Google Maps	Geografie, Orientare spațială, Tehnologie
Google Arts & Culture	Scăzută	No-code (Explorare)	App Google	Storytelling, Istorie, Arte, Vizualizare
Froggipedia	Scăzută	Interactiv (Disecție RV/AR)	App Store (iOS)	Biologie, Vizualizare procese vitale
Merge EDU	Scăzută	No-code (Obiecte tactile)	Ecosistem Merge Cube	Vizualizare 3D, Inginerie, Biologie
CoSpaces Edu	Medie/Mare	Block-based (CoBlocks) / JavaScript	Galerie proprie / Partajare link	Programare, Storytelling, Design de lumi
Human Anatomy Atlas	Medie	No-code (Explorare straturi)	App propriu	Biologie/Medicină, Vizualizare complexă
Elements 4D	Scăzută	Interactiv (Carduri/ Cuburi)	App mobil (DAQRI)	Chimie, Reacții moleculare, Vizualizare
CleverBooks Geography	Scăzută	No-code (Marker-based)	App + Suport fizic	Geografie, Vizualizare structuri planetare
JigSpace	Medie	No-code (Procese pas-cu-pas)	Link Web / App / QR	Inginerie, Logică, Prezentări tehnice
ZapWorks	Mare	Low-code / Scripting	Cloud ZapWorks / WebAR	Dezvoltare software, Design RA avansat
Zappar	Medie	No-code (Designer)	App Zappar / Web	Marketing creativ, Storytelling interactiv

Aplicație	Dificultate	Tip de programare	Publicare / Acces	Scop STEAM principal
Blippar	Medie	No-code (Blippbuilder)	Platformă Blippar	Arte, Design publicitar, Vizualizare
GeoGebra RA	Medie	No-code (Funcții matematice)	App GeoGebra	Matematică, Geometrie în spațiu
Wayfair	Scăzută	No-code (Plasare obiecte)	App Wayfair	Design, Măsurători, Proporții matematice

Discuții și probleme deschise

Integrarea TE în predarea științelor reale oferă oportunități semnificative pentru modernizarea procesului educațional, însă generează, în același timp, o serie de provocări și probleme deschise legate de implementare, eficiență pedagogică și impact pe termen lung.

Una dintre principalele dificultăți vizează *accesul inegal la tehnologie*. Numeroase instituții de învățământ, în special din mediul rural, nu dispun de infrastructura digitală necesară, precum tablete, calculatoare performante sau echipamente de realitate virtuală. În plus, costurile asociate achiziției și întreținerii echipamentelor, precum și licențele pentru software educațional, pot constitui bariere semnificative. Aceste discrepanțe contribuie la accentuarea decalajelor educaționale între diferite regiuni și categorii sociale.

Un alt aspect critic îl reprezintă *pregătirea cadrelor didactice*. Integrarea eficientă a TE presupune competențe digitale solide și o înțelegere pedagogică a modului în care aceste instrumente pot fi valorificate în procesul de predare-învățare. În practică, se constată frecvent lipsa formării adecvate, dificultăți în adaptarea lecțiilor tradiționale și nevoia continuă de programe de perfecționare și dezvoltare profesională.

În ceea ce privește *eficiența pedagogică*, există încă dezbateri privind impactul real al TE asupra performanței elevilor. În unele situații, tehnologia riscă să fie utilizată mai degrabă ca element de atractivitate sau divertisment, fără o integrare didactică profundă. De asemenea, lipsesc suficiente studii longitudinale care să demonstreze în mod concludent efectele pe termen lung asupra rezultatelor școlare și asupra dezvoltării competențelor cognitive. Acest fapt evidențiază necesitatea regândirii strategiilor didactice și a integrării tehnologiei în mod fundamentat pedagogic.

Totodată, se conturează problema *dependenței de tehnologie*. Utilizarea excesivă a dispozitivelor digitale poate conduce la diminuarea interacțiunilor directe și a experiențelor experimentale reale, esențiale în studiul științelor. În plus, dispozitivele digitale pot deveni surse de distragere a atenției, afectând concentrarea și implicarea elevilor în activitățile didactice.

Un domeniu sensibil îl constituie *aspectele etice și de securitate*. Utilizarea platformelor digitale și a sistemelor bazate pe inteligență artificială implică colectarea și procesarea datelor personale ale elevilor, ridicând probleme legate de confidențialita-

te și protecția datelor. Există, de asemenea, riscul colectării excesive de date educaționale și al utilizării acestora în moduri insuficient reglementate.

În fine, o provocare majoră este *integrarea TE în curriculumul educațional*. În multe cazuri, programele școlare și manualele nu sunt adaptate la noile realități tehnologice, iar metodele de evaluare rămân ancorate în paradigme tradiționale. Se impune, astfel, o actualizare sistematică a curriculumului, precum și promovarea unei abordări interdisciplinare, în care tehnologia să fie integrată organic în predarea științelor.

Deși TE oferă perspective promițătoare pentru transformarea educației, valorificarea lor eficientă necesită abordarea acestor probleme într-o manieră strategică, bazată pe politici educaționale coerente, investiții susținute și formare continuă a cadrelor didactice.

Concluzii și recomandări

Tehnologiile emergente, precum RA, RV și simulările digitale, aduc o contribuție semnificativă în predarea științelor reale, transformând lecțiile în experiențe interactive, vizuale și captivante. Acestea permit elevilor să exploreze concepte abstracte, să experimenteze fenomene complexe și să învețe prin interacțiune directă, ceea ce conduce la o înțelegere mai profundă și la o retenție sporită a informațiilor. În același timp, utilizarea TE stimulează curiozitatea, creativitatea și gândirea critică, contribuind la transformarea modelului tradițional de predare într-un proces educațional dinamic și motivant.

Cu toate acestea, integrarea TE ridică și o serie de provocări importante, precum accesul inegal la infrastructura digitală, nivelul insuficient de pregătire al cadrelor didactice și riscurile asociate utilizării excesive a tehnologiei. În acest context, succesul implementării depinde de adaptarea TE la curriculum, de utilizarea lor complementară metodelor didactice tradiționale și de integrarea responsabilă în procesul educațional.

Fiecare categorie de TE aduce beneficii specifice și se pretează unor contexte pedagogice distincte: RA și RV facilitează vizualizarea fenomenelor inaccesibile în mod direct; inteligența artificială permite personalizarea învățării și oferirea unui feedback imediat; simulările digitale susțin experimentarea sigură și repetabilă; platformele de e-learning asigură flexibilitate și acces extins la resurse; iar robotica și tehnologiile Internet of Things (IoT) favorizează conexiunea cu aplicațiile practice.

Implementarea eficientă a TE nu este un proces liniar, ci presupune o abordare sistemică, care să integreze dimensiunile tehnologică, pedagogică și organizațională. Astfel, valorificarea deplină a potențialului TE necesită investiții în infrastructură, formarea continuă a cadrelor didactice și adaptarea politicilor educaționale.

În concluzie, TE au capacitatea de a îmbunătăți semnificativ predarea științelor reale, cu condiția utilizării lor responsabile și adaptate contextului educațional. Prin integrarea RA, RV și a simulărilor digitale, elevii pot vizualiza și experimenta concepte abstracte într-un mod interactiv, ceea ce facilitează înțelegerea și consolidarea

cunoștințelor. În același timp, aceste tehnologii contribuie la dezvoltarea competențelor digitale și practice esențiale, pregătind elevii pentru provocările și oportunitățile societății contemporane.

BIBLIOGRAFIE

1. AZUMA, R., BAILLOT, Y., BEHRINGER, R., FEINER, S., JULIER, S., & MACINTYRE, B. (1997). Recent advances in augmented reality. IEEE Computer Graphics and Applications, 21(6), 34–47.
2. BLOOM, B.S. (1984). The 2 sigma problem: The search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring. Educational Researcher, 13(6), 4–16.
3. BRAICOV, A. Managementul riscurilor transformaționale ale educației matematice și informatice din Republica Moldova. In: Acta et Commentationes (Științe ale Educației), 2024, nr. 3(37), pp. 29-37. ISSN 1857-0623. DOI: https://doi.org/10.36120/2587-3636.v37i3.29-37
4. GORAȘ-POSTICĂ, V., CUROȘ, L. Digitalizarea învățământului: politici naționale și europene. In: Revista Didactica Pro, revistă de teorie și practică educațională, 2025, nr. 1(149), pp. 13-19. ISSN 1810-6455. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.14965237
5. SHERMAN, WILLIAM R.; CRAIG, ALAN B. Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design. 2nd ed. Boston: Morgan Kaufmann, 2019.
6. https://www.sciencedirect.com/book/monograph/9780128009659/understanding-virtual-reality

FUNDAMENTE CONCEPTUALE ȘI TRASEUL EVOLUTIV AL LEARNING ANALYTICS ȘI EDUCATIONAL DATA MINING ÎN CONTEXTUL ANALIZEI DATELOR EDUCAȚIONALE

CONCEPTUAL FOUNDATION AND THE EVOLUTIONARY TRAJECTORY OF LEARNING ANALYTICS AND EDUCATIONAL DATA MINING IN THE CONTEXT OF EDUCATIONAL DATA ANALYSIS

Tatiana VEVERIȚA, conf. univ., dr.,
UPS „Ion Creangă" din Chișinău
Ilie MUȘINSCHI, doctorand,
UPS "Ion Creangă" din Chișinău

Tatiana VEVERIȚA, PhD, Associate Professor,
"Ion Creanga" SPU of Chisinau
ORCID: 0000-0002-0798-0174
e-mail: veverita.tatiana@upsc.md
Ilie MUȘINSCHI, PhD Student,
"Ion Creanga" SPU of Chisinau
ORCID: 0000-0001-7329-5995
e-mail: musinschi.ilie@upsc.md

CZU: 37.012:004.8
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p126-134

Abstract. The digital transformation of education and the widespread use of information technologies have led to the generation of significant volumes of educational data. The analysis of this data has become an important field for understanding learning processes and improving the quality of education. In this context, the fields of Learning Analytics and Educational Data Mining have experienced rapid development, providing methods and tools for collecting, analyzing, and interpreting data generated in digital educational environments. This article aims to analyze the conceptual foundations and the evolutionary trajectory of these two fields within the framework of educational data analysis.

Keywords:. Learning Analytics, Educational Data Mining, educational data analysis, digitalization of education, data-driven educational systems.

Introducere

În contextul transformărilor tehnologice din ultimele decenii, procesul educațional a fost profund influențat de digitalizare și de integrarea tehnologiilor informaționale în activitățile de predare, învățare și evaluare. Platformele educaționale digitale, sistemele de management al învățării (LMS), cursurile online și alte instrumente tehnologice generează volume semnificative de date despre activitatea și performanța cursanților. Valorificarea acestor date oferă oportunități importante pentru înțelegerea mai profundă a procesului de învățare și pentru îmbunătățirea calității educației [1].

În acest context, a apărut un interes tot mai mare pentru analiza datelor educaționale, un domeniu interdisciplinar care combină metode din informatică, statistică, științele educației și inteligență artificială. Analiza datelor educaționale permite identificarea unor modele și tendințe în comportamentul de învățare al studenților, precum și detectarea timpurie a dificultăților sau a riscului de abandon școlar [2; 3].

Două dintre cele mai importante domenii care contribuie la analiza și valorificarea datelor educaționale sunt Learning Analytics și Educational Data Mining. Acestea oferă metode și instrumente pentru colectarea, prelucrarea și interpretarea datelor generate în mediile educaționale digitale. Learning Analytics se concentrează, în special, pe utilizarea datelor pentru îmbunătățirea proceselor educaționale și sprijinirea procesului [4], în timp ce Educational Data Mining se axează pe dezvoltarea și aplicarea tehnicilor de extragere a cunoștințelor din seturi mari de date educaționale [5].

Cu toate acestea, literatura de specialitate evidențiază existența unor lacune în ceea ce privește clarificarea fundamentelor conceptuale ale acestor domenii și delimitarea rolurilor lor în analiza datelor educaționale [6]. De asemenea, evoluția rapidă a tehnologiilor educaționale determină necesitatea unei analize mai aprofundate a traseului evolutiv al Learning Analytics și Educational Data Mining, precum și a modului în care aceste domenii contribuie la dezvoltarea unor sisteme educaționale bazate pe date [7].

În plus, față de prezentarea literaturii existente, studiul propune o analiză comparativă a domeniilor Learning Analytics și Educational Data Mining și evidențiază relația conceptuală dintre acestea în cadrul analizei datelor educaționale. Prin această abordare se urmărește clarificarea rolurilor complementare ale celor două domenii în dezvoltarea sistemelor educaționale bazate pe date.

Scopul prezentului articol este de a analiza fundamentele conceptuale și traseul evolutiv al domeniilor Learning Analytics și Educational Data Mining în contextul analizei datelor educaționale. Pentru atingerea acestui scop, sunt urmărite următoarele obiective: evidențierea conceptelor fundamentale ale analizei datelor educaționale, prezentarea principalelor caracteristici ale Learning Analytics și Educational Data Mining, precum și analiza evoluției și a relației dintre aceste două domenii în cadrul cercetării educaționale contemporane [5].

Metodologia cercetării

Prezenta cercetare are un caracter teoretic și conceptual, fiind realizată printr-o analiză a literaturii de specialitate relevante din domeniul analizei datelor educaționale. Studiul se bazează pe o revizuire sistematică a literaturii și pe o analiză conceptuală, având ca scop identificarea principalelor concepte, direcții de dezvoltare și relații dintre domeniile Learning Analytics și Educational Data Mining.

Strategia de căutare a literaturii științifice a inclus identificarea și analiza lucrărilor academice publicate în reviste științifice, volume de conferințe și cărți de specialitate. Căutarea a fost realizată utilizând cuvinte cheie relevante, precum Learning Analytics, Educational Data Mining, educational data analysis, data-driven education și learning analytics in education.

Pentru identificarea surselor științifice au fost utilizate mai multe baze de date academice, printre care Scopus, Web of Science și Google Scholar, care oferă acces la articole științifice, studii și publicații relevante din domeniul educației și al tehnologiilor informaționale.

Analiza literaturii a vizat în principal lucrări publicate în perioada 2007–2024, interval care corespunde dezvoltării accelerate a domeniilor Learning Analytics și Educational Data Mining. Au fost selectate articole din reviste indexate și lucrări prezentate la conferințe științifice relevante, fiind incluse studiile care abordează explicit conceptele, metodele și aplicațiile acestor domenii în educație. Au fost excluse lucrările care tratează data mining sau analiza datelor fără referire directă la contextul educațional.

Analiza și sintetizarea informațiilor au fost realizate prin metode de analiză comparativă și sinteză conceptuală, care au permis evidențierea principalelor idei, tendințe și contribuții ale cercetărilor existente. Această abordare a facilitat identificarea relațiilor dintre cele două domenii studiate și conturarea unei perspective asupra evoluției lor în contextul analizei datelor educaționale.

Fundamente conceptuale ale analizei datelor educaționale

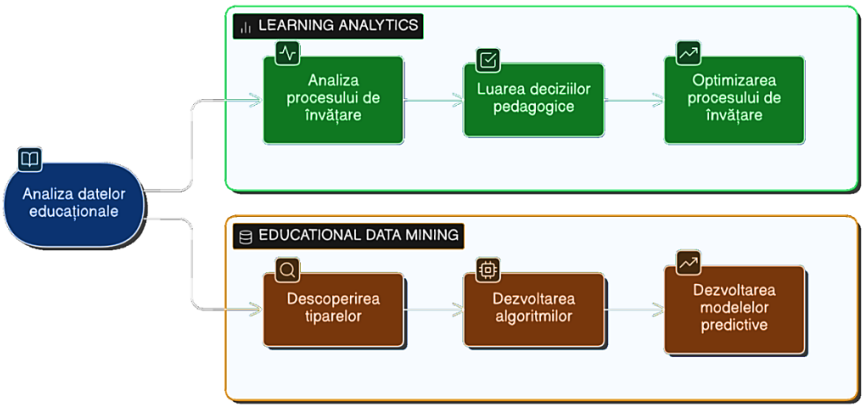
Analiza datelor educaționale reprezintă un domeniu interdisciplinar care se ocupă cu colectarea, prelucrarea, interpretarea și utilizarea datelor generate în procesul educațional. Scopul principal al acesteia este de a obține informații relevante care pot contribui la înțelegerea mai profundă a proceselor de predare, învățare și evaluare, precum și la îmbunătățirea performanței educaționale. În contextul dezvoltării tehnologiilor digitale și al extinderii mediilor educaționale online, analiza datelor educaționale a devenit un instrument esențial pentru instituțiile de învățământ și pentru cercetătorii din domeniul educației [5].

Datele joacă un rol important în procesele de predare, învățare și evaluare, deoarece oferă informații obiective despre activitatea și progresul cursanților. Prin analizarea acestor date, profesorii pot identifica nivelul de înțelegere al elevilor sau studenților, pot observa dificultățile întâmpinate în procesul de învățare și pot adapta strategiile didactice în funcție de nevoile individuale ale acestora [3]. În același timp, instituțiile educaționale pot utiliza datele pentru monitorizarea performanței academice, evaluarea eficienței programelor educaționale și optimizarea procesului de management educațional.

În mediile educaționale digitale sunt generate diverse tipuri de date, care pot fi utilizate pentru analiza procesului de învățare. Printre acestea se numără datele privind activitatea cursanților pe platformele de e-learning, rezultatele evaluărilor și testelor online, interacțiunile dintre studenți și profesori în mediile virtuale de învățare, precum și datele privind timpul petrecut pentru realizarea diferitelor activități educaționale [8]. Aceste informații permit identificarea unor modele de comportament și a unor tendințe în procesul de învățare.

Analiza datelor educaționale contribuie semnificativ la îmbunătățirea procesului educațional. Prin utilizarea metodelor moderne de analiză a datelor, pot fi identificate factorii care influențează performanța academică, pot fi detectate din timp dificultățile de învățare și pot fi dezvoltate strategii educaționale mai eficiente. În plus, rezultatele analizei datelor pot sprijini dezvoltarea unor sisteme educaționale bazate pe date, care permit luarea unor decizii informate și adaptarea procesului educațional la nevoile cursanților.

În literatura de specialitate, datele educaționale sunt frecvent clasificate în mai multe categorii: date demografice ale cursanților, date privind activitatea în mediile de învățare digitale, rezultate ale evaluărilor academice și date privind interacțiunile sociale din platformele educaționale. Analiza acestor tipuri de date permite cercetătorilor și instituțiilor educaționale să obțină o imagine mai complexă asupra procesului de învățare și să identifice factorii care influențează performanța academică.



Analiza datelor educaționale reprezintă cadrul general care include diverse metode și instrumente pentru interpretarea datelor generate în mediile educaționale digitale. În acest context, Learning Analytics și Educational Data Mining reprezintă două domenii complementare: primul fiind orientat spre aplicarea pedagogică a datelor, iar cel de-al doilea spre dezvoltarea tehnicilor analitice pentru descoperirea tiparelor în seturi mari de date educaționale.

Concepte de Learning Analytics și Educational Data Mining și caracteristicile acestora

Learning Analytics (LA) și Educational Data Mining (EDM) sunt două domenii fundamentale ale analizei datelor educaționale, care vizează extragerea de informații relevante din volume mari de date generate în mediile digitale de învățare.

Learning Analytics se concentrează pe colectarea, analiza și interpretarea datelor despre cursanți și mediul lor educațional, cu scopul de a sprijini procesul de învățare și de a optimiza strategiile didactice [6]. Domeniul urmărește, printre altele, monitorizarea progresului studenților, identificarea riscului de abandon și personalizarea intervențiilor educaționale [1]. Metodele utilizate includ analize descriptive, vizualizări interactive și modele predictive simple [2].

Educational Data Mining, pe de altă parte, se axează pe aplicarea tehnicilor de data mining pentru descoperirea tiparelor ascunse în datele educaționale (Romero & Ventura, 2007; Baker & Yacef, 2009). Obiectivele EDM includ dezvoltarea de algoritmi pentru clasificare, clusterizare, analiza secvențială și predicție (Peña-Ayala, 2014; Baker & Inventado, 2014). Acest domeniu folosește instrumente precum Weka, R sau Python pentru implementarea modelelor predictive și a analizelor complexe.

Deși cele două domenii au scopuri comune și folosesc date din mediile educaționale digitale, ele diferă prin orientare: EDM are un caracter mai tehnic și algoritmic, concentrându-se pe dezvoltarea de modele și descoperirea de tipare, în timp ce Learning Analytics se concentrează pe aplicarea practică a datelor pentru îmbunătățirea proceselor educaționale și luarea deciziilor informate (Siemens, 2013; Baker & Yacef, 2009). În același timp, ambele contribuie la optimizarea procesului de predare, învățare și evaluare (Ferguson, 2012; Peña-Ayala, 2014).

Tabelul 1. Diferențe între Learning Analytics și Educational Data Mining

Criteriu	Learning Analytics	Educational Data Mining
Obiectiv principal	Îmbunătățirea procesului educațional și sprijinirea deciziilor pedagogice	Descoperirea tiparelor și relațiilor în datele educaționale
Orientare	Pedagogică și aplicativă	Tehnică și algoritmică
Tipuri de metode	Analize descriptive, vizualizări, modele predictive simple	Algoritmi de clasificare, clusterizare, analiză secvențială
Utilizatori principali	Profesori, instituții educaționale, administratori	Cercetători și specialiști în data science
Rezultate	Dashboard-uri, rapoarte educaționale, intervenții pedagogice	Modele predictive și descoperirea de tipare

Evoluția domeniilor Learning Analytics și Educational Data Mining

Domeniile **Learning Analytics (LA)** și **Educational Data Mining (EDM)** s-au dezvoltat ca răspuns la digitalizarea educației și la creșterea volumului de date generate în mediile de învățare.

Etapele dezvoltării

Educational Data Mining a apărut la începutul anilor 2000, concentrându-se inițial pe aplicarea tehnicilor de data mining pentru descoperirea de tipare în datele [9]. În paralel, cercetările s-au axat pe dezvoltarea de algoritmi pentru clasificare, clusterizare și predicție a performanței academice.

Learning Analytics s-a conturat în jurul anului 2010, odată cu răspândirea platformelor de e-learning și a sistemelor LMS. Domeniul a fost definit ca proces de colectare, analiză și interpretare a datelor pentru sprijinirea deciziilor educaționale și optimizarea procesului de învățare [4].

Evoluția domeniilor Learning Analytics și Educational Data Mining poate fi descrisă prin trecerea de la analize descriptive ale datelor educaționale către dezvol-

tarea unor sisteme inteligente de suport decizional. Inițial, cercetările s-au concentrat pe identificarea tiparelor de comportament în datele educaționale, însă dezvoltarea tehnologiilor de inteligență artificială și învățare automată a permis ulterior dezvoltarea unor modele predictive și a sistemelor adaptive de învățare.

Evoluția interesului academic

EDM a fost inițial mai orientat tehnic, axându-se pe dezvoltarea algoritmilor și modelelor predictive, în timp ce LA a extins cercetarea prin accentul pus pe aplicabilitatea practică a datelor și vizualizarea rezultatelor pentru profesori și cursanți [1]. Interesul academic a crescut constant, reflectat în numărul tot mai mare de articole, studii și proiecte de cercetare dedicate domeniului.

Comunități și conferințe științifice

Creșterea acestor domenii a fost susținută de dezvoltarea unor comunități științifice și conferințe internaționale:

International Conference on Educational Data Mining (EDM), lansată în 2008, dedicată cercetării în EDM.

International Conference on Learning Analytics & Knowledge (LAK), inițiată în 2011, axată pe aplicarea practică și schimbul de bune practici în Learning Analytics [6].

Aceste conferințe au facilitat colaborarea între cercetători, promovarea studiilor empirice și standardizarea metodologiilor de analiză.

Tendințe actuale și direcții emergente

Cercetarea contemporană în LA și EDM se concentrează pe:

– integrarea inteligenței artificiale și a învățării automate pentru modele predictive mai precise [8];
– analiza în timp real a datelor educaționale pentru intervenții rapide;
– dezvoltarea educației adaptive și a sistemelor de recomandare personalizate;
– abordări interdisciplinare care combină științele educației, psihologia cognitivă și tehnologiile informatice [8].

Astfel, domeniile LA și EDM evoluează continuu, trecând de la analize descriptive la sisteme inteligente care sprijină deciziile educaționale și învățarea personalizată.

Discuții și implicații pentru cercetarea educațională

Analiza literaturii denotă că Learning Analytics și Educational Data Mining trebuie privite nu ca domenii concurente, ci ca domenii complementare. În timp ce Educational Data Mining se concentrează pe dezvoltarea algoritmilor și descoperirea tiparelor în datele educaționale, Learning Analytics valorifică aceste rezultate pentru îmbunătățirea proceselor pedagogice și pentru sprijinirea deciziilor educaționale.

Astfel, cele două domenii pot fi considerate niveluri diferite ale analizei datelor educaționale, care contribuie împreună la dezvoltarea sistemelor educaționale bazate pe date.

Domeniile Learning Analytics (LA) și Educational Data Mining (EDM) au un rol esențial în cercetarea educațională contemporană, oferind instrumente și metode pentru analiza datelor generate în mediile digitale de învățare. Acestea permit identificarea tiparelor de comportament ale cursanților, evaluarea eficienței strategiilor didactice și dezvoltarea de modele predictive care pot sprijini deciziile educaționale.

Implicațiile pentru procesul educațional sunt semnificative. Utilizarea LA și EDM poate contribui la:

- personalizarea învățării, adaptând conținutul și ritmul la nevoile individuale ale cursanților [1];
- monitorizarea progresului și identificarea timpurie a riscului de abandon sau a dificultăților de învățare [2];
- îmbunătățirea calității predării prin feedback bazat pe date și dezvoltarea de intervenții educaționale mai eficiente [3].

Totuși, implementarea acestor domenii implică provocări metodologice, etice și tehnologice. La nivel metodologic, analiza datelor educaționale necesită selecția atentă a tipurilor de date și a modelelor analitice potrivite pentru a evita interpretări eronate. Din perspectiva etică, colectarea și utilizarea datelor despre cursanți ridică probleme privind confidențialitatea, consimțământul informat și securitatea informațiilor [10]. Din punct de vedere tehnologic, este necesară infrastructura adecvată pentru colectarea, stocarea și procesarea volumelor mari de date generate în timp real.

În ceea ce privește direcțiile viitoare de dezvoltare, cercetarea în LA și EDM tinde spre integrarea inteligenței artificiale, a învățării automate și a analizei predictive pentru dezvoltarea de sisteme educaționale inteligente. Alte direcții emergente includ analiza comportamentului social al cursanților, dezvoltarea educației adaptive și a sistemelor de recomandare personalizate, precum și abordări interdisciplinare care combină științele educației, psihologia și tehnologiile digitale. Astfel, Learning Analytics și Educational Data Mining nu doar că sprijină cercetarea educațională, dar și oferă oportunități pentru crearea unor sisteme educaționale mai eficiente, personalizate și centrate pe date.

În literatura de specialitate, relația dintre Learning Analytics și Educational Data Mining este frecvent descrisă ca fiind una de complementaritate. Educational Data Mining contribuie, în principal, la dezvoltarea tehnicilor și algoritmilor de analiză a datelor educaționale, în timp ce Learning Analytics valorifică rezultatele acestor analize pentru a sprijini procesele pedagogice și luarea deciziilor educaționale. Prin urmare, cele două domenii pot fi considerate niveluri diferite, dar interdependente, ale analizei datelor educaționale.

Concluzii. Analiza realizată evidențiază importanța domeniilor Learning Analytics (LA) și Educational Data Mining (EDM) în contextul analizei datelor educaționale și al îmbunătățirii procesului de învățare.

Principalele concluzii sunt următoarele:

1. Clarificarea conceptuală: Learning Analytics se concentrează pe aplicarea practică a datelor pentru sprijinirea deciziilor educaționale și optimizarea învățării, în timp ce Educational Data Mining vizează dezvoltarea tehnicilor și algoritmilor pentru identificarea tiparelor ascunse în date [5].
2. Contribuția la cercetarea educațională: Integrarea metodelor LA și EDM permite monitorizarea progresului cursanților, personalizarea procesului de învățare și identificarea timpurie a dificultăților, sprijinind dezvoltarea unor sisteme educaționale bazate pe date [1,2].
3. Limitele studiului: Analiza s-a bazat exclusiv pe literatura de specialitate, fără studii empirice proprii, iar evoluția rapidă a tehnologiilor digitale poate determina apariția unor practici noi care nu sunt încă reflectate în literatura existentă.
4. Sugestii pentru cercetări viitoare: Cercetările viitoare ar putea include studii empirice în contexte educaționale variate, dezvoltarea de instrumente pentru analiza datelor în timp real, investigarea impactului etic al colectării datelor și explorarea direcțiilor emergente precum inteligența artificială, învățarea automată și educația adaptivă [7].

În concluzie, acest articol contribuie la clarificarea conceptuală a domeniilor Learning Analytics și Educational Data Mining și subliniază rolul lor în sprijinirea cercetării educaționale și în optimizarea procesului de învățare în mediile digitale.

Prin analiza conceptuală realizată, articolul contribuie la clarificarea relației dintre Learning Analytics și Educational Data Mining și evidențiază rolul complementar al acestor domenii în analiza datelor educaționale. Rezultatele studiului pot sprijini dezvoltarea unor cadre conceptuale pentru cercetări viitoare și pot contribui la integrarea metodelor de analiză a datelor în procesele educaționale moderne.

BIBLIOGRAFIE

1. IFENTHALER, D.; YAU, J. Y.-K. *Utilising Learning Analytics for Study Success*. Springer, 2020. Disponibil: https://www.researchgate.net/publication/342142442_Utilising_learning_analytics_to_support_study_success_in_higher_education_a_systematic_review
2. FERGUSON, R. Learning Analytics: Drivers, Developments and Challenges. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 2012. Disponibil: https://www.researchgate.net/publication/262293023_Learning_analytics_Drivers_developments_and_challenges
3. NGUYEN, Q, et all (2022). Informing learning design in online education using learning analytics of student engagement. 10.4324/9781003177098-17.
4. LONG, P.; SIEMENS, G. Penetrating the Fog: Analytics in Learning and Education. *EDUCAUSE Review*, 2011, 46(5), pp. 30–40. Disponibil: https://er.educause.edu/articles/2011/9/penetrating-the-fog-analytics-in-learning-and-education

5. BAKER, R. S. J. d.; YACEF, K. The State of Educational Data Mining in 2009: A Review and Future Visions. *Journal of Educational Data Mining*, 2009. Disponibil: https://jedm.educationaldatamining.org/index.php/JEDM/article/view/8
6. SIEMENS, G. Learning Analytics: The Emergence of a Discipline. *American Behavioral Scientist*, 2013. Disponibil: https://doi.org/10.1177/0002764213498851
7. PEÑA-AYALA, A. Educational Data Mining: A Survey and a Data Mining-Based Analysis of Recent Works. *Expert Systems with Applications*, 2014, 41(4), pp. 1432–1462. Disponibil: https://doi.org/10.1016/j.eswa.2013.08.042
8. BAKER, R. S. J. d.; INVENTADO, P. S. Educational Data Mining and Learning Analytics. In: *Learning Analytics*. Springer, 2014. Disponibil: https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3305-7_4
9. ROMERO, C.; VENTURA, S. Educational Data Mining: A Review of the State of the Art. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 2007. Disponibil: https://doi.org/10.1109/TSMCC.2010.2053532
10. SLADE, S.; PRINSLOO, P. Learning Analytics: Ethical Issues and Dilemmas. *American Behavioral Scientist*, 2013. Disponibil: https://doi.org/10.1177/0002764213479366
11. BAKER, R. S. J. d. Data Mining for Education. In: *International Encyclopedia of Education*, 2010. Disponibil: https://learninganalytics.upenn.edu/ryanbaker/Encyclopedia%20Chapter%20Draft%20v10%20-fw.pdf
12. ROMERO, C. et al. Data Mining Algorithms to Classify Students. In: *Proceedings of Educational Data Mining Conference*, 2010. Disponibil: https://www.educationaldatamining.org/EDM2008/uploads/proc/1_Romero_3.pdf
13. VERBERT, K et all (2013). Learning Analytics Dashboard Applications. American Behavioral Scientist. 57. 10.1177/0002764213479363.

UTILIZAREA LICENȚELOR CREATIVE COMMONS ÎN ELABORAREA ȘI DISTRIBUIREA RESURSELOR DIDACTICE ÎN EDUCAȚIA DIGITALĂ

CREATIVE COMMONS LICENSING IN THE DEVELOPMENT AND DISTRIBUTION OF EDUCATIONAL RESOURCES IN DIGITAL EDUCATION

Tatiana VEVERIȚA, conf. univ., dr.,
UPS „Ion Creangă" din Chișinău
Irina LUCA, student masterand,
UPS „Ion Creangă" din Chișinău

Tatiana VEVERIȚA, PhD, Associate Professor,
"Ion Creanga" SPU of Chisinau
ORCID: 0000-0002-0798-0174
e-mail: veverita.tatiana@upsc.md
Irina LUCA, Master's Student,
"Ion Creanga" SPU of Chisinau
e-mail: luca.irina@upsc.md

CZU: 37.018.43:347.78:37.091.33
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p135-140

Abstract. This paper examines the application of Creative Commons licenses in the development and distribution of educational resources within the context of digital education. The increasing reliance on digital materials in teaching and learning has raised important concerns regarding the legal and responsible use of content. The study adopts a practical approach, focusing on how Creative Commons licenses can be applied by educators to create, share, and adapt educational materials in a transparent and lawful manner. A conceptual model is proposed, illustrating the key stages of resource creation, licensing, publication, and reuse. The results highlight that the use of Creative Commons licenses facilitates access to educational resources, supports collaboration among educators, and promotes responsible use of digital content. At the same time, the study emphasizes the need to develop digital competencies and a clear understanding of copyright principles to ensure the effective implementation of open licensing practices in education.

Keywords: Creative Commons, copyright, open educational resources, digital education, open licensing

Introducere

Transformarea digitală a educației a condus la utilizarea tot mai frecventă a resurselor online în procesul de predare și învățare. Profesorii utilizează prezentări, videoclipuri, platforme educaționale și diverse materiale digitale pentru a sprijini activitatea didactică și pentru a crea experiențe de învățare mai interactive și mai accesibile.

În acest context, apare o problemă practică importantă: utilizarea materialelor digitale fără o înțelegere clară a condițiilor legale de utilizare. În multe situații, cadrele didactice preiau resurse de pe internet fără a cunoaște dacă acestea pot fi reutilizate, adaptate sau distribuite. Confuzia dintre drepturile de autor tradiționale și licențele deschise conduce fie la utilizarea incorectă a materialelor, fie la evitarea nejustificată a unor resurse care ar putea fi utilizate legal. Conceptul de cultură liberă promovează accesul deschis la cunoaștere și reutilizarea informației, fiind susținut de Lawrence Lessig [1].

Licențele Creative Commons oferă o soluție eficientă pentru această problemă, permițând autorilor să stabilească în mod clar condițiile în care materialele lor pot fi utilizate, adaptate și distribuite. În același timp, aceste licențe facilitează crearea și distribuirea resurselor educaționale într-un mod transparent și legal, contribuind la dezvoltarea unui mediu educațional deschis și colaborativ. Resursele educaționale deschise (OER) contribuie la facilitarea accesului la materiale didactice și la promovarea reutilizării acestora în diferite contexte educaționale [2; 3; 4]. De asemenea, politicile internaționale evidențiază rolul acestora în modernizarea educației prin utilizarea tehnologiilor digitale [5].

Scopul acestui articol este de a analiza modul în care licențele Creative Commons pot fi aplicate în elaborarea și distribuirea resurselor didactice în educația digitală. Articolul propune un model practic de utilizare a acestor licențe și evidențiază avantajele și provocările asociate aplicării lor în activitatea didactică.

Aplicarea licențelor Creative Commons în educație

Dreptul de autor oferă creatorilor control asupra modului în care lucrările lor sunt utilizate și distribuite [6], inclusiv în conformitate cu legislația națională privind drepturile de autor [7]. În mediul educațional digital, licențele Creative Commons completează acest cadru, permițând utilizarea, adaptarea și distribuirea materialelor didactice în condiții clar definite [8].

În practică, cadrele didactice pot utiliza aceste licențe pentru a crea, adapta și distribui resurse educaționale într-un mod legal și transparent. Alegerea licenței poate fi realizată cu ajutorul instrumentului Creative Commons License Chooser.

Sistemul Creative Commons include mai multe tipuri de licențe standardizate (CC BY, CC BY-SA, CC BY-NC etc.), care stabilesc condițiile de utilizare a materialelor, precum atribuirea autorului, limitarea utilizării comerciale sau interzicerea modificării conținutului.

Aplicarea unei licențe Creative Commons presupune câțiva pași esențiali: alegerea licenței potrivite, indicarea clară a acesteia în material, menționarea autorului și publicarea resursei pe o platformă digitală. Respectarea acestor pași contribuie la utilizarea responsabilă a resurselor digitale și la dezvoltarea practicilor educaționale deschise.

Model de aplicare a unei licențe Creative Commons pentru resurse didactice

Modelul propus reprezintă un instrument practic care poate fi utilizat de cadrele didactice pentru gestionarea procesului de creare și distribuire a resurselor didactice, contribuind la consolidarea colaborării academice [9].

Pentru a ilustra aplicarea practică a licențelor Creative Commons, este prezentat un scenariu aplicativ. Se consideră cazul în care un profesor creează o prezentare sau un videoclip educațional și dorește să îl distribuie online pentru utilizare ulterioară. În acest caz, autorul materialului poate decide să publice resursa sub o licență Creative Commons, care stabilește în mod clar condițiile de utilizare ale materialului [3].

Primul pas constă în alegerea licenței potrivite. Platforma Creative Commons oferă un instrument simplu pentru selectarea licenței, în funcție de modul în care autorul dorește ca materialul să fie utilizat. De exemplu, licența CC BY permite reutilizarea și adaptarea materialului cu condiția menționării autorului, în timp ce alte licențe pot limita utilizarea comercială sau modificarea conținutului [3].

Al doilea pas presupune indicarea clară a licenței în material. De obicei, această informație este menționată la finalul prezentării sau în descrierea materialului publicat online. Conform recomandărilor organizației Creative Commons, menționarea licenței ar trebui să includă numele autorului, titlul materialului și tipul licenței aplicate [3].

De exemplu, o mențiune simplă poate avea următoarea formă:

Autor: Nume Prenume
Titlul materialului: XXX
Licență: Creative Commons CC BY 4.0

Acest tip de mențiune permite utilizatorilor să înțeleagă în ce condiții pot utiliza sau adapta materialul.

În etapa următoare, materialul poate fi publicat pe o platformă digitală, precum YouTube, o platformă educațională sau o bibliotecă de resurse educaționale deschise. Unele platforme permit selectarea licenței Creative Commons direct în momentul publicării videoclipului.

Pentru a ilustra modul în care licențele Creative Commons pot fi integrate în procesul de elaborare și distribuire a materialelor didactice, poate fi propus modelul conceptual din figura 1.

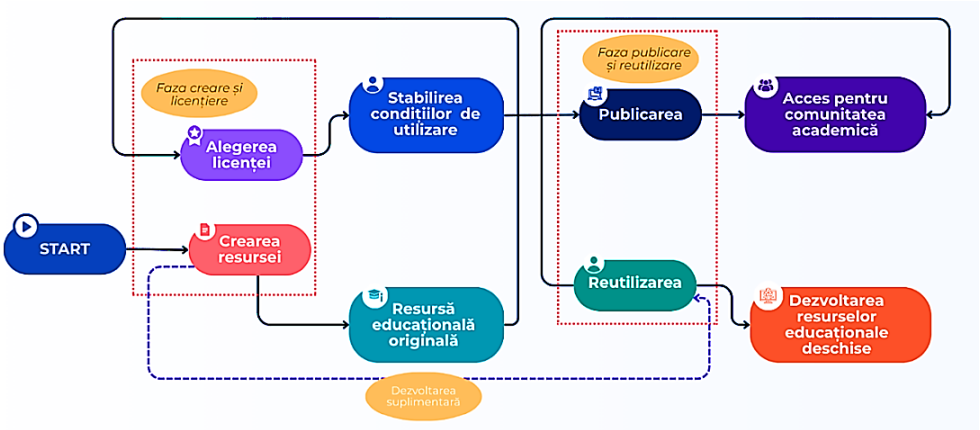


Figura 1. Model de aplicare a licențelor Creative Commons în elaborarea resurselor didactice

Prima etapă se referă la crearea resursei educaționale, în cadrul căreia cadrul didactic elaborează materialul didactic digital, cum ar fi o prezentare, un videoclip educațional sau o fișă de lucru. În această etapă este important ca autorul să dețină drepturile asupra materialului creat.

A doua etapă presupune alegerea licenței potrivite. Profesorul selectează tipul de licență Creative Commons în funcție de modul în care dorește ca resursa să fie utilizată de alte persoane. Alegerea licenței stabilește condițiile de reutilizare, distribuire sau adaptare a materialului. În etapa următoare, resursa este publicată pe o platformă educațională sau într-o bibliotecă digitală. Publicarea materialului sub o licență deschisă facilitează accesul altor utilizatori și permite distribuirea legală a resursei în mediul educațional.

Ultima etapă a modelului este reutilizarea resursei. În această fază, alți profesori pot utiliza sau adapta materialul în funcție de nevoile procesului didactic. Acest proces contribuie la dezvoltarea resurselor educaționale deschise și la consolidarea colaborării academice.

Prin aplicarea unei licențe Creative Commons, autorul nu renunță la drepturile de autor asupra materialului său. După cum subliniază organizația Creative Commons, licențele deschise funcționează în cadrul sistemului de copyright și oferă autorilor posibilitatea de a decide în mod flexibil modul în care operele lor pot fi utilizate de alți utilizatori [3].

Modelul propus poate fi utilizat ca ghid practic de către cadrele didactice pentru elaborarea și distribuirea resurselor educaționale în mediul digital.

Implicații ale utilizării licențelor Creative Commons în educație

Utilizarea licențelor Creative Commons în educație generează atât beneficii semnificative, cât și anumite provocări.

Un avantaj important al licențelor Creative Commons este facilitarea accesului la resurse educaționale și promovarea colaborării între cadrele didactice. Aceste beneficii sunt susținute de studii internaționale privind impactul resurselor educaționale deschise asupra accesului și eficienței procesului educațional [4; 5].

Un alt avantaj semnificativ este posibilitatea reutilizării și adaptării materialelor educaționale. În funcție de tipul licenței aplicate, resursele pot fi modificate pentru a fi adaptate la nivelul studenților sau la obiectivele unui anumit curs. După cum subliniază literatura de specialitate, această flexibilitate contribuie la dezvoltarea resurselor educaționale deschise și la îmbunătățirea procesului de învățare [5].

Licențele Creative Commons încurajează, de asemenea, colaborarea între cadrele didactice. Profesorii pot utiliza materiale create de alți autori, le pot adapta și le pot distribui mai departe, respectând condițiile stabilite de licență. În locul situațiilor în care nu este clar dacă un material poate fi utilizat sau distribuit, licențele Creative Commons indică explicit ce este permis și în ce condiții [3].

Evoluția tehnologiilor digitale și a inteligenței artificiale ridică noi provocări legate de utilizarea responsabilă a conținutului educațional [11; 12; 13]. O primă pro-

vocare este lipsa cunoștințelor despre drepturile de autor și licențele deschise. Mulți utilizatori ai resurselor digitale nu cunosc diferențele dintre copyright și Creative Commons sau nu sunt familiarizați cu condițiile specifice fiecărei licențe [2]. Această situație poate duce la utilizarea incorectă a materialelor sau la aplicarea greșită a unei licențe asupra unei resurse.

O altă problemă apare atunci când licențele sunt interpretate greșit. De exemplu, unele materiale publicate sub licență Creative Commons pot fi utilizate doar în anumite condiții, cum ar fi menționarea autorului sau utilizarea exclusiv în scopuri necomerciale. Dacă aceste condiții nu sunt respectate, se poate ajunge la încălcarea drepturilor autorului.

De asemenea, lipsa unor politici instituționale clare privind utilizarea licențelor deschise poate limita adoptarea acestora în mediul educațional.

Concluzii

Analiza realizată evidențiază faptul că licențele Creative Commons reprezintă un instrument eficient pentru utilizarea legală și responsabilă a resurselor educaționale în mediul digital. Prin aplicarea acestor licențe, cadrele didactice pot crea și distribui materiale didactice într-un mod transparent, facilitând accesul la resurse și încurajând colaborarea între profesori.

Rezultatele studiului arată că utilizarea licențelor Creative Commons contribuie la clarificarea condițiilor de utilizare a materialelor digitale și la dezvoltarea resurselor educaționale deschise. Modelul propus în cadrul articolului evidențiază etapele esențiale ale procesului de creare, licențiere, publicare și reutilizare a resurselor didactice, oferind un cadru aplicativ pentru integrarea acestor practici în activitatea educațională.

În același timp, utilizarea eficientă a licențelor Creative Commons presupune dezvoltarea competențelor digitale ale cadrelor didactice și o mai bună înțelegere a principiilor drepturilor de autor. Lipsa informațiilor sau interpretarea greșită a licențelor poate limita utilizarea acestora sau poate conduce la aplicarea incorectă.

În concluzie, promovarea utilizării licențelor Creative Commons în educație poate contribui la dezvoltarea unui sistem educațional mai deschis, bazat pe colaborare și pe schimb de resurse. Integrarea acestor practici în activitatea didactică reprezintă un pas important în adaptarea educației la cerințele mediului digital și în asigurarea utilizării corecte și responsabile a materialelor educaționale.

Rezultatele evidențiază necesitatea integrării acestor practici în formarea cadrelor didactice și în politicile instituționale privind educația digitală. Modelul propus poate servi drept instrument de sprijin pentru integrarea licențelor Creative Commons în practica didactică. Astfel, utilizarea licențelor Creative Commons reprezintă nu doar o soluție juridică, ci și o strategie pedagogică relevantă pentru dezvoltarea educației deschise.

BIBLIOGRAFIE

1. Lessig, L. Free Culture: How Big Media Uses Technology and the Law to Lock Down Culture and Control Creativity. New York: Penguin Press, 2004. Online: https://yatti.id/resources/Lawrence-Lessig_Free-Culture_How-Big-Media-Uses-Technology-and-the-Law-to-Lock-Down-Culture-and-Control-Creativity_2004.pdf
2. Butcher, N. A Basic Guide to Open Educational Resources (OER). Vancouver: Commonwealth of Learning, 2015. Online: https://scispace.com/pdf/a-basic-guide-to-open-educational-resources-oer-30nzi7i417.pdf
3. Atkins, D., Brown, J., Hammond, A. A Review of the Open Educational Resources Movement. San Francisco: The William and Flora Hewlett Foundation, 2007. Online: https://scispace.com/pdf/a-review-of-the-open-educational-resources-oer-movement-3n9p-kww8k8.pdf
4. OECD. Giving Knowledge for Free: The Emergence of Open Educational Resources. Paris: OECD Publishing, 2007. Online: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2007/05/giving-knowledge-for-free_g1gh7eee/9789264032125-en.pdf
5. European Commission. Opening up Education: Innovative Teaching and Learning for All through New Technologies and Open Educational Resources. Brussels, 2013. https://eur-lex.europa.eu/legal-ontent/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52013DC0654&
6. WIPO. Understanding Copyright and Related Rights. Geneva: World Intellectual Property Organization, 2016. Online: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_909_2016.pdf
7. Legea nr. 139/2010 privind dreptul de autor și drepturile conexe, Republica Moldova. Online: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=133300&lang=ro#
8. Creative Commons. Creative Commons License Chooser. Disponibil online: https://creativecommons.org/choose/
9. HILTON, J. Open educational resources and college textbook choices: A review of research. Educational Technology Research and Development, 2016. Online: https://link.springer.com/article/10.1007/s11423-016-9434-9
10. UNESCO. Recommendation on Open Educational Resources (OER). Paris: UNESCO Publishing, 2019. Online: https://www.unesco.org/en/legal-affairs/recommendation-open-educational-resources-oer?hub=785
11. European Commission. *Ethical Guidelines on the Use of Artificial Intelligence and Data in Teaching and Learning for Educators*. European Commission, 2022. Online: https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/action-plan/ethical-guidelines-for-educators-on-using-ai
12. UNESCO. *Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence*. UNESCO, 2021. Online: https://www.cnr-unesco.ro/uploads/media/f1247_f1077_recomandari-unesco-ai-site.pdf
13. Cartea Albă privind Inteligența Artificială și Guvernanța Datelor - primul document cadru de politici al MDED. Online: https://mded.gov.md/cartea-alba-privind-inteligenta-artificiala-si-guvernanta-datelor-primul-document-cadru-de-politici-al-mded/
14. Planul de Acțiuni al SCIA pentru 2024-2025. Online: https://docs.google.com/spreadsheets/d/1imn-2eZGj4-45PNb0lyVkNglJfwQlL7O/edit?gid=16820898#gid=16820898

ABORDĂRI INTERDISCIPLINARE ÎN PREDAREA ȘI ÎNVĂȚAREA DISCIPLINELOR BIOLOGICE ȘI CHIMICE

METODE INTERDISCIPLINARE ÎN PREDAREA BIOLOGIEI DE LA TEORIE LA PRACTICĂ EDUCAȚIONALĂ

INTERDISCIPLINARY METHODS IN TEACHING BIOLOGY: FROM THEORY TO EDUCATIONAL PRACTICE

Alexandra Violeta DINU, dr.,
Școala Postliceală Fundația „Ever Green", Pitești, România

Alexandra Violeta DINU, PhD,
Ever Green Foundation Postsecondary School,
Pitesti, Romania
ORCID: 0009-0007-8491-4350
e-mail: alexandra.dinu@yahoo.com

CZU: 37.02:57
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p142-148

Abstract. In the context of the rapid development of science and technology, contemporary education promotes learning models that go beyond traditional disciplinary boundaries. Interdisciplinarity represents an essential pedagogical approach for understanding complex phenomena in nature and society. Biology, as a science that studies living systems and their interactions with the environment, offers numerous opportunities for integrating knowledge from other scientific fields. This paper analyzes the role of interdisciplinary approaches in teaching biology and highlights its connections with disciplines such as chemistry, physics, geography, and mathematics. Additionally, examples of integrated teaching activities and the results of an educational research study on students' perceptions regarding the use of interdisciplinarity in the learning process are presented.

Keywords: biology, interdisciplinary teaching, educational methods, science education, integrated learning

Educația contemporană se confruntă cu necesitatea de a adapta metodele de predare la complexitatea fenomenelor studiate și la cerințele unei societăți bazate pe cunoaștere. În acest context, interdisciplinaritatea devine un principiu esențial al organizării curriculumului și al procesului didactic [1, 45]. Prin integrarea mai multor discipline, elevii au oportunitatea de a construi o imagine mai completă și mai nuanțată a realității, dezvoltând în același timp gândirea critică și abilitățile de rezolvare a problemelor.

Biologia, ca disciplină științifică complexă, analizează structura, funcționarea și evoluția organismelor vii, precum și interacțiunile acestora cu mediul înconjurător. Înțelegerea fenomenelor biologice necesită adesea integrarea unor concepte provenite din alte domenii ale științei, cum ar fi chimia, fizica sau matematica [2, 72]. Astfel, elevii pot observa cum legile chimice influențează procesele metabolice, cum principiile fizicii explică mișcarea și echilibrul organismelor, sau cum metodele matematice permit modelarea creșterii populațiilor și a fluxurilor energetice în ecosisteme.

Prin integrarea conceptelor și metodelor specifice mai multor discipline, abordarea interdisciplinară sprijină înțelegerea relațiilor dintre procesele naturale și favorizează dezvoltarea unei gândiri sistemice asupra fenomenelor studiate. Prin această metodă, predarea nu se mai limitează la transmiterea izolată a informațiilor, ci devine un proces activ de construire a înțelegerii globale, în care elevii pot observa legăturile dintre concepte și pot înțelege implicațiile practice și sociale ale cunoștințelor dobândit.

Conceptul de interdisciplinaritate în educație

Interdisciplinaritatea reprezintă o abordare educațională și științifică ce presupune integrarea conceptelor, metodelor și perspectivelor specifice diferitelor discipline în vederea analizei și explicării fenomenelor complexe. Potrivit cercetărilor realizate de Jean Piaget, dezvoltarea cognitivă presupune integrarea progresivă a cunoștințelor din diferite domenii [1, 34]. Această integrare contribuie la formarea unei gândiri sistemice și la dezvoltarea capacității de analiză.

În educația modernă, interdisciplinaritatea este asociată frecvent cu modelul STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) promovat de instituții internaționale precum UNESCO [5, 23]. Acest model educațional urmărește dezvoltarea competențelor științifice și tehnologice necesare pentru înțelegerea problemelor globale [5, 25]. De asemenea, interdisciplinaritatea contribuie la depășirea caracterului fragmentat al cunoașterii, facilitând înțelegerea relațiilor dintre diferite domenii și oferind elevilor o perspectivă integrată asupra fenomenelor naturale.

Biologia oferă numeroase posibilități de integrare a cunoștințelor din alte domenii ale științei, deoarece procesele biologice implică mecanisme fizice, chimice și ecologice [3, 58].

Principalele avantaje ale abordărilor interdisciplinare în predarea biologiei sunt: dezvoltarea unei gândiri sistemice, stimularea gândirii critice și a capacității de analiză, creșterea motivației pentru învățare, aplicarea cunoștințelor în contexte reale și dezvoltarea competențelor de investigare științifică [2, 90]. Activitățile interdisciplinare facilitează înțelegerea complexității sistemelor biologice și a interdependențelor existente între organisme și componentele mediului înconjurător.

Conexiuni interdisciplinare ale biologiei

1 Biologia și chimia sunt strâns legate prin domeniul biochimiei, care se concentrează pe analiza proceselor chimice care au loc în organismele vii [3, 61]. Această conexiune interdisciplinară permite elevilor să înțeleagă modul în care reacțiile chimice stau la baza funcțiilor biologice esențiale, consolidând atât cunoștințele din biologie, cât și cele din chimie.

Exemple relevante de teme interdisciplinare includ: fotosinteza și reacțiile chimice implicate în conversia energiei luminoase, respirația celulară, metabolismul substanțelor nutritive, precum și structura ADN și procesele moleculare asociate [3,

63]. Studierea acestor teme în mod integrat ajută elevii să perceapă organismul viu ca pe un sistem complex, în care procesele biologice și chimice sunt interdependente.

Astfel, abordarea interdisciplinară nu doar că îmbunătățește înțelegerea fenomenelor științifice, dar dezvoltă și competențele analitice și gândirea critică a elevilor, pregătindu-i pentru rezolvarea problemelor complexe și pentru o educație bazată pe aplicarea cunoștințelor în contexte reale.

2 Biologie și fizică. Numeroase procese biologice implică fenomene fizice, ceea ce subliniază necesitatea abordării interdisciplinare în înțelegerea organismelor vii [3, 66]. De exemplu, circulația sângelui poate fi explicată prin legile presiunii și principiile hidraulicii, în timp ce transmiterea impulsului nervos presupune înțelegerea fenomenelor electrochimice și a proprietăților membranelor celulare.

Alte exemple relevante includ propagarea luminii și funcționarea sistemului vizual, care combină concepte din optic și biologie, sau biomecanica mișcării organismelor, unde principiile fizicii și mecanicii ajută la explicarea modului în care mușchii și scheletul interacționează pentru a produce mișcare [3, 68].

Aceste exemple evidențiază că studiul biologiei nu poate fi izolat de alte științe fundamentale și subliniază importanța integrării conceptelor din fizică și chimie în predarea biologiei. În acest fel, elevii dezvoltă o perspectivă sistemică asupra organismelor vii și își formează abilități de gândire critică, analiză și aplicare practică a cunoștințelor.

3 Biologie și geografie. Legătura dintre biologie și geografie devine evidentă în studiul ecosistemelor și al biodiversității [5, 29]. Înțelegerea modului în care organismele interacționează cu mediul lor necesită integrarea cunoștințelor biologice despre specii, populații și relațiile ecologice cu informațiile geografice referitoare la sol, climă și distribuția spațială a habitatelor.

Exemple relevante de teme interdisciplinare includ analiza ecosistemelor, studiul distribuției speciilor în funcție de factorii climatici, și evaluarea impactului schimbărilor climatice asupra biodiversității [5, 32]. Prin abordarea acestor subiecte, elevii pot observa cum modificările mediului fizic influențează structura și funcționarea ecosistemelor și cum interacțiunile biologice contribuie la dinamica geografică a spațiului.

Astfel, colaborarea între biologie și geografie facilitează dezvoltarea unei perspective sistemice și integrative asupra naturii, oferind elevilor instrumentele necesare pentru a analiza probleme complexe, precum conservarea biodiversității și adaptarea la schimbările climatice.

4 Biologie și matematică. Matematica ocupă un loc important în studiul biologiei, oferind instrumentele necesare pentru analiza datelor, interpretarea rezultatelor experimentale și modelarea proceselor biologice. Integrarea conceptelor matematice permite elevilor să înțeleagă mai bine fenomenele biologice și să dezvolte abilități analitice și de interpretare a informațiilor.

Printre aplicațiile interdisciplinare relevante se numără modelarea creșterii populațiilor, utilizarea metodelor statistice în cercetarea biologică, analiza reprezentărilor grafice din ecologie și interpretarea datelor obținute în cadrul investigațiilor

experimentale. Prin utilizarea acestor instrumente, elevii pot observa tendințele și relațiile dintre diferiți factori biologici, pot prezice evoluția populațiilor sau pot evalua impactul schimbărilor de mediu asupra ecosistemelor.

Această abordare nu doar că facilitează înțelegerea fenomenelor naturale, dar și dezvoltă gândirea critică și capacitatea de rezolvare a problemelor complexe, competențe esențiale în educația contemporană. Astfel, matematica devine un suport indispensabil pentru studiul biologiei, iar colaborarea dintre cele două discipline contribuie la formarea unei perspective integrate asupra lumii vii.

Exemple de activități interdisciplinare

Proiect: Studiul unui ecosistem local

Studiul unui ecosistem local presupune implicarea elevilor în activități de observare și investigare a componentelor biotice și abiotice ale mediului, contribuind la înțelegerea relațiilor existente între organisme și factorii de mediu. Scopul proiectului este de a oferi elevilor oportunitatea de a aplica cunoștințele dobândite în cadrul mai multor discipline, dezvoltând astfel o perspectivă integrată asupra ecosistemului studiat și a interacțiunilor dintre organisme și mediul înconjurător.

Activități principale

- **Identificarea speciilor:** elevii colectează date privind speciile de plante și animale prezente în ecosistem, documentând caracteristicile principale, cum ar fi dimensiunea, culoarea și comportamentul [2, 92].
- **Analiza factorilor climatici:** elevii măsoară temperatura, lumina și umiditatea în diferite zone ale ecosistemului pentru a înțelege modul în care condițiile fizice influențează biodiversitatea [3, 67].
- **Evaluarea impactului activităților umane:** elevii examinează efectele intervenției antropice asupra mediului, analizând fenomene precum poluarea, defrișările și dezvoltarea infrastructurii turistice, precum și măsurile necesare pentru conservarea și protejarea ecosistemelor.

Integrarea disciplinelor

- **Biologie:** identificarea și documentarea speciilor, observarea relațiilor dintre organisme și mediu și înțelegerea interacțiunilor ecologice [2, 92].
- **Geografie:** localizarea ecosistemului pe hartă, analiza factorilor geografici (altitudine, climă, tip de sol) și corelarea acestora cu distribuția speciilor [5, p.34].
- **Chimie:** analiza solului pentru determinarea pH-ului, conținutului de nutrienți și umiditate, oferind date esențiale despre calitatea mediului [3, 64].
- **Fizică:** măsurarea luminii și a temperaturii pentru evaluarea condițiilor fizice care influențează procesele biologice [3, 67].

- **Matematică:** utilizarea reprezentărilor grafice pentru evidențierea diversității speciilor, calcularea indicilor de biodiversitate și aplicarea metodelor statistice pentru analiza și compararea datelor colectate din diferite zone de studiu.

Prin desfășurarea acestui proiect interdisciplinar, elevii își consolidează atât cunoștințele teoretice, cât și competențele practice, dezvoltând abilități de analiză, interpretare a datelor și gândire critică. Totodată, activitățile realizate contribuie la formarea unei perspective integrate asupra ecosistemelor, evidențiind interdependența dintre organismele vii, factorii de mediu și activitățile umane. În acest mod, elevii își dezvoltă responsabilitatea față de protecția mediului și își formează comportamente orientate spre conservarea resurselor naturale. Alte exemple:

- Alimentația și metabolismul: integrarea biologiei, chimiei și educației pentru sănătate [2, 95]

- Creșterea populațiilor: integrarea biologiei cu matematica.

Metodologia cercetării

În vederea evidențierii rolului abordărilor interdisciplinare în procesul de predare a biologiei, a fost realizată o cercetare educațională bazată pe colectarea opiniilor elevilor prin intermediul unui chestionar

Cercetarea a urmărit atingerea următoarelor obiective:

- identificarea modului în care elevii percep utilizarea abordărilor interdisciplinare în cadrul lecțiilor de biologie;
- evidențierea influenței activităților interdisciplinare asupra interesului și motivației pentru învățare;
- determinarea metodelor și activităților didactice considerate de elevi ca fiind cele mai eficiente în procesul de învățare.

Eșantionul cercetării: 50 de elevi din ciclul gimnazial și liceal

Metode de cercetare: chestionar, observație didactică și analiza activităților elevilor

Rezultatele obținute indică faptul că aproximativ 80% dintre elevii participanți consideră că lecțiile de biologie sunt mai atractive și mai accesibile atunci când includ conexiuni cu alte discipline din domeniul științelor. Această percepție reflectă importanța abordării interdisciplinare în procesul educațional și sugerează că elevii recunosc valoarea conexiunilor dintre biologie și alte domenii ale cunoașterii pentru înțelegerea fenomenelor naturale complexe [1, 50].

Analiza răspunsurilor a evidențiat faptul că elevii asociază cel mai frecvent biologia cu discipline precum chimia, geografia și fizica, recunoscând caracterul complementar al cunoștințelor din aceste domenii. Chimie biologică, de exemplu, permite înțelegerea mecanismelor moleculare implicate în fotosinteză, respirația celulară și metabolismul nutrienților [3, 64]. Conexiunile cu geografia facilitează analiza distribuției speciilor, a ecosistemelor și a impactului factorilor climatici asupra biodi-

versității [5, 32]. Fizica, la rândul ei, contribuie la explicarea circulației sanguine, a impulsului nervos, a propagării luminii în sistemul vizual și a biomecanicii mișcării organismelor [3, 67]. Această abordare integrată favorizează formarea unei perspective unitare asupra fenomenelor biologice, permițând elevilor să înțeleagă relațiile dintre diferitele procese și să depășească limitele unei cunoașteri fragmentate.

Majoritatea respondenților au apreciat în mod special activitățile bazate pe experimente practice și proiecte interdisciplinare, considerând că acestea facilitează nu doar înțelegerea conceptelor teoretice, ci și aplicarea cunoștințelor în contexte reale [2, 93]. Activitățile practice permit elevilor să observe direct procese biologice, să măsoare și să interpreteze date, să analizeze relațiile cauzale și să formuleze ipoteze bazate pe dovezi empirice. Această implicare activă stimulează gândirea critică, creativitatea și autonomia în învățare, dezvoltând competențele necesare pentru investigarea științifică și pentru luarea deciziilor informate în domeniul științelor naturale [1, 45].

Rezultatele obținute subliniază, de asemenea, importanța unei abordări didactice integrate, care combină predarea teoretică cu activități aplicative, folosind metode interactive și tehnologii educaționale moderne. În acest mod, elevii nu doar că acumulează informații, dar dezvoltă și capacitatea de a le transfera și aplica în situații noi, ceea ce reprezintă un obiectiv central al educației STEM și al educației contemporane orientate spre competențe [5, 29].

Rezultatele obținute evidențiază importanța abordărilor interdisciplinare în predarea biologiei, sugerând că integrarea cunoștințelor din diferite domenii poate contribui la stimularea interesului elevilor pentru învățare, la aprofundarea înțelegerii conceptelor biologice și la dezvoltarea unei perspective integrate asupra fenomenelor naturale.

Concluzii. Interdisciplinaritatea ocupă un rol semnificativ în procesul educațional actual, contribuind la corelarea cunoștințelor și la dezvoltarea unei viziuni complexe asupra fenomenelor studiate, prin valorificarea conexiunilor dintre diferite domenii ale cunoașterii. În contextul predării biologiei, integrarea cunoștințelor provenite din domenii conexe, precum chimia, fizica, matematica sau geografia, permite elevilor să înțeleagă mecanismele complexe ale vieții și interacțiunile dintre organisme și mediul lor [1, 50]. Această abordare nu doar că facilitează asimilarea conceptelor teoretice, dar dezvoltă și competențele de investigare științifică, capacitatea de analiză critică și gândirea sistemică, competențe fundamentale pentru formarea unei educații moderne orientate spre soluții [2, 94].

Prin intermediul activităților interdisciplinare, elevii sunt încurajați să aplice cunoștințele în contexte practice, să formuleze și să verifice ipoteze, precum și să interpreteze în mod autonom informațiile și datele disponibile. Aceste experiențe de învățare contribuie la dezvoltarea gândirii critice, a capacității de rezolvare a problemelor și a competențelor necesare participării active și responsabile în societate.

În acest context, integrarea abordărilor interdisciplinare în activitatea didactică reprezintă o modalitate eficientă de dezvoltare a competențelor cognitive și practice ale elevilor, facilitând transferul cunoștințelor între domenii și formarea unei per-

spective complexe asupra realității contemporane. Implementarea constantă a acestor practici pedagogice poate transforma procesul de învățare într-o experiență activă, motivantă și relevantă pentru provocările educației secolului XXI.

BIBLIOGRAFIE

1. BRUNER Jerome. *The Process of Education*, 1960, Harvard University Press, 97 p., ISBN: 978-0674710018
2. GARDNER, Howard. *Multiple Intelligences: New Horizons in Theory and Practice*, 2006, Basic Books, 300 p., ISBN: 978-0465047684
3. PIAGET Jean. *The Psychology of the Child*, 1972, Basic Books, 173 p., ISBN: 978-0465095005
4. UNESCO. *Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives*, 2017, UNESCO (Paris), 63 p., ISBN: 978-9231002093
5. WILSON Edward O. *Consilience: The Unity of Knowledge*, 1998, Knopf, 332 p., ISBN: 978-0674506550

THEORETICAL ANALYSIS OF THE THERMODYNAMIC STABILITY OF DIMERS DERIVED FROM ASPARTIC ACID AND VALINE

ANALIZA TEORETICĂ A STABILITĂȚII TERMODINAMICE A DIMERILOR DERIVAȚI DIN ACID ASPARTIC ȘI VALINĂ

Ionuț-Daniel GÂNDAC, masterand,
UPS „Ion Creangă" din Chișinău,
profesor, Școala Gimnazială Hărmănești Vechi, Iași, România
Mihai MATEI, masterand,
UPS „Ion Creangă" din Chișinău,
profesor, Școala Gimnazială „T.V. Ștefanelli", Suceava, România
Ion ARSENE, conf. univ., dr.,
UPS „Ion Creanga" din Chișinău,
ORCID: 0000-0003-3102-3507,
e-mail: arsene.ion@upsc.md

Ionuț-Daniel GÂNDAC, Master's Student,
UPS "Ion Creanga" SPU of Chisinau,
Hărmănești Vechi Middle School, Iași County, Romania
ORCID: 0009-0001-1155-8099,
e-mail: luminasidar@gmail.com
Mihai MATEI, Master's Student,
"Ion Creanga" SPU of Chisinau,
Școala Gimnazială Teodor V. Ștefanelli, Suceava County, Romania
ORCID: 0009-0007-1287-5268,
e-mail: mihai.matei2002@gmail.com
Ion ARSENE, PhD, Associate Professor,
"Ion Creanga" SPU of Chisinau,
ORCID: 0000-0003-3102-3507,
e-mail: arsene.ion@upsc.md

CZU: 544.015.4:547.466
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p149-156

Rezumat. S-a studiat teoretic mecanismul de formare a legăturii peptidice dintre acidul aspartic (Asp) și valină (Val). Reacțiile de condensare au loc între α-aminoacizii acid aspartic și valină, cu formarea dimerilor α-aspartil-valină (α-Asp–Val) și valil-aspartat (Val–Asp), prin eliminarea unei molecule de apă. De asemenea, a fost analizată posibilitatea formării unui dimer izopeptidic, rezultat prin implicarea grupei β-carboxil a acidului aspartic, conducând la structura β-aspartil-valină (β-Asp–Val). Pentru fiecare mecanism de reacție a fost studiat profilul energetic și au fost localizate stările de tranziție corespunzătoare. Acestea sunt caracterizate prin prezența unei singure frecvențe imaginare cu valoare negativă, confirmând natura lor de puncte de ordinul întâi pe suprafața de energie potențială. Din punct de vedere termodinamic, reacțiile analizate sunt exoterme, iar diferențele dintre energiile de activare reflectă influența poziției grupei carboxil implicate și a efectelor sterice specifice lanțului la-

teral al acidului aspartic. Analiza comparativă a dimerilor α- și β-peptidici evidențiază particularități distincte, determinate de orientarea grupelor funcționale și de stabilizarea electronică a stărilor de tranziție, oferind informații relevante asupra posibilităților alternative de formare a legăturilor peptidice.

Cuvinte-cheie: legătură peptidică, legătură izopeptidică, acid aspartic, valină, reacție de condensare, stabilitate termodinamică, stare de tranziție.

Proteins are indispensable organic macromolecules composed of simple or complex chains of amino acids, playing an essential role in the structural organization and functioning of living organisms. From a structural perspective, proteins are polymers of α-amino acids, and their sequence within the chain is strictly determined by genetic information. Each protein possesses a specific and unique amino-acid sequence, established by the succession of nucleotides in the corresponding gene [1].

Cells have the ability to synthesize their own proteins through a complex biosynthetic process that begins with the transcription of the double-stranded DNA molecule and concludes with translation. The formation of polypeptide chains occurs through polycondensation, a stepwise chemical polymerization process involving the successive linkage of monomers. During this process, intermediates such as dimers, trimers, or tetramers may form, accompanied by the elimination of a water molecule and the formation of the peptide bond between amino acids [2].

The peptide bond arises through the interaction between the carboxyl functional group of one amino acid and the amino group of another. In its strict sense, the term refers to the bond formed between the permanent α functional groups of the two amino acids, specifically between the carbon atom of one amino acid and the nitrogen atom of the other [3]. Figure 1 illustrates the mechanism of peptide bond formation.

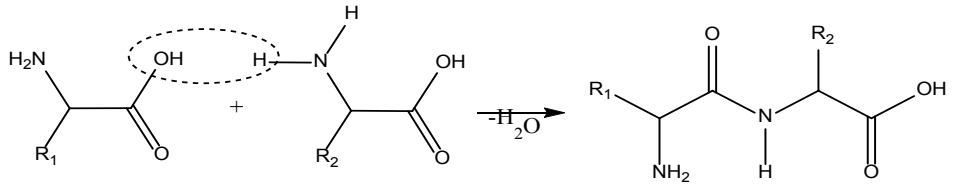


Fig. 1. Formation of the peptide bond as a result of the interaction between amino acids

The isopeptide bond represents an amide-type bond formed through the involvement of a carboxyl group located in the side chain of an amino acid, rather than the α-carboxyl group that normally participates in the formation of classical peptide bonds. In the case of dicarboxylic amino acids, such as aspartic acid or glutamic acid, the β-COOH or γ-COOH group can react with an amino group, leading to the formation of an isopeptide bond through a condensation mechanism accompanied by the elimination of a water molecule, similar to the general mechanism of peptide bond formation [4].

From a theoretical perspective, these mechanisms can be investigated using computational chemistry methods. The localization of transition states and the anal-

ysis of vibrational frequencies allow confirmation of the existence of such transition states characterized by an activation energy. Structural differences between the α-peptide bond and the isopeptide bond may lead to variations in energy barriers and in the stability of the final product.

In ribosomally synthesized proteins, the formation of isopeptide bonds is rare, as the ribosome strictly catalyzes the formation of α-peptide bonds. However, such bonds occur in specific biological contexts, such as post-translational modifications or in particular structures such as glutathione, where a γ-peptide bond is present between glutamic acid and cysteine [5]. The stability of these bonds is comparable to that of classical peptide bonds, although their formation generally depends on specific conditions or catalytic mechanisms [4].

Computational Methods

The optimized structures and total energy values for the reactants, intermediates, and products were calculated using the **GAUSSIAN 16** software package [6]. The investigations were carried out using **Density Functional Theory (DFT)** at the **B3LYP** level of theory, employing the **6-31G basis set** for C, O, N, and H atoms. Vibrational frequency calculations revealed the presence of **negative eigenvalues of the Hessian matrix**, indicating the transition-state character of the structures involved in the mechanism leading to the formation of the analyzed dimers.

Results and Discussion

In the condensation reactions between amino acids (Asp and Val) leading to the formation of peptide dimers, peptide bond formation is preceded by the appearance of a transition state (TS), which represents an unstable configuration corresponding to the maximum energy of the system (Figure 2). This transition state arises during the electronic and structural reorganization of the functional groups involved, namely the carboxyl group of one amino acid and the amino group of the other. At this stage, existing chemical bonds are partially broken while new bonds are simultaneously forming, accompanied by the elimination of a water molecule [7].

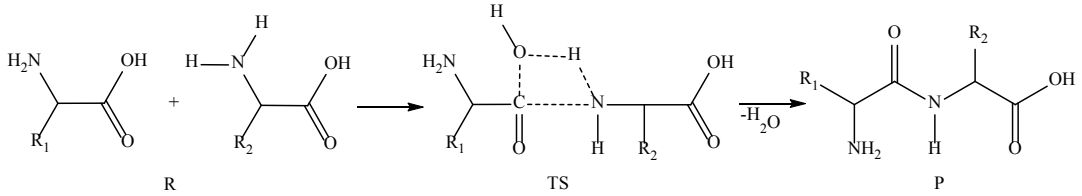


Fig. 2. General condensation mechanism

From a computational perspective, the transition state is characterized by the presence of a single imaginary frequency, revealed through vibrational analysis, which confirms the existence of a unique energy maximum associated with the activation process. The energy required to reach this state, known as the activation

energy, depends on the nature of the amino acids involved and on their spatial orientation during the interaction. Thus, structural and steric differences between the amino acid side chains may lead to significant variations in energy values and in the relative stability of the formed dimers.

The analysis of the transition state provides essential information about the mechanism of the condensation reaction and allows the evaluation of the thermodynamic and kinetic feasibility of the process, contributing to a better understanding of how peptide chains are assembled in biological systems [7]. In order to achieve the aim of this study, all species participating in the reaction were optimized, and the total energies are presented in Table 1.

Table 1. Total energy of the species involved in the reaction

Investigated systems	**Total Energy**	**TS**	**Total Energy**
Valine	**-402,241563**	TS12 Aspartyl–valine	**-914,330259**
Aspartic acid	**-512,129942**	TS34 Valyl–aspartate	**-914,317831**
Valyl–aspartate	**-837,986547**	TS52 β Aspartyl–valine	**-914,333599**
Aspartyl–valine	**-837,994815**	**Imaginary frequency for:**	**Imaginary frequency**
Water	**-76,386117**	TS12 Aspartyl–valine	**-854,46i cm^{-1}**
β-Aspartyl–valine	**-837,992669**	TS34 Valyl–aspartate	**-833,36i cm^{-1}**
		TS52 β Aspartyl–valine	**-1232,75i cm^{-1}**

In the first stage, the geometrical structures of the reactants Val and Asp, the transition states TS12, TS34, and TS52, and the reaction products Asp–Val, Val–Asp, and β-Asp–Val were optimized, and their total energies were obtained. Considering that aspartic acid contains two –COOH groups, located in the α and β positions, it can theoretically form, with the –NH2 group, either a peptide bond at the α position or an isopeptide bond at the β position. As a result of the interaction between Asp and Val, the dimers aspartyl–valine, valyl–aspartate, and β-aspartyl–valine can be formed.

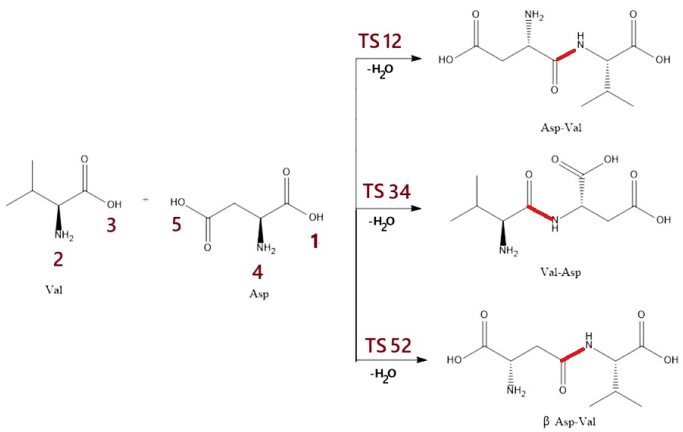


Fig. 3. Interaction mechanism between aspartic acid and valine

The activation energy for the formation of the Asp–Val dimer is 25.9 kcal/mol. The transition state was located and verified through vibrational analysis, yielding an imaginary frequency, which confirms the presence of the activated state of the investigated system. The value of the imaginary frequency for TS12 Asp–Val is –854.46i cm^{-1}. The energetic values indicate that the reaction leading to the formation of the Asp–Val dimer is exothermic, since the energy variation $\Delta E \approx -5.91$ kcal/mol (Figure 4). This result also indicates that the reaction products are energetically more stable than the reactants.

The activation energy for the formation of the Val–Asp dimer is 33.7 kcal/mol. The transition state was located and verified by vibrational analysis, which produced an imaginary frequency, confirming the presence of the activated state of the investigated system. The value of the imaginary frequency for TS34 Val–Asp is –833.36i cm^{-1}. The energetic values show that the formation of the Val–Asp dimer is exothermic, with an energy variation of $\Delta E \approx -0.72$ kcal/mol. The small energy change indicates that the reaction products are only slightly more energetically stable than the reactants.

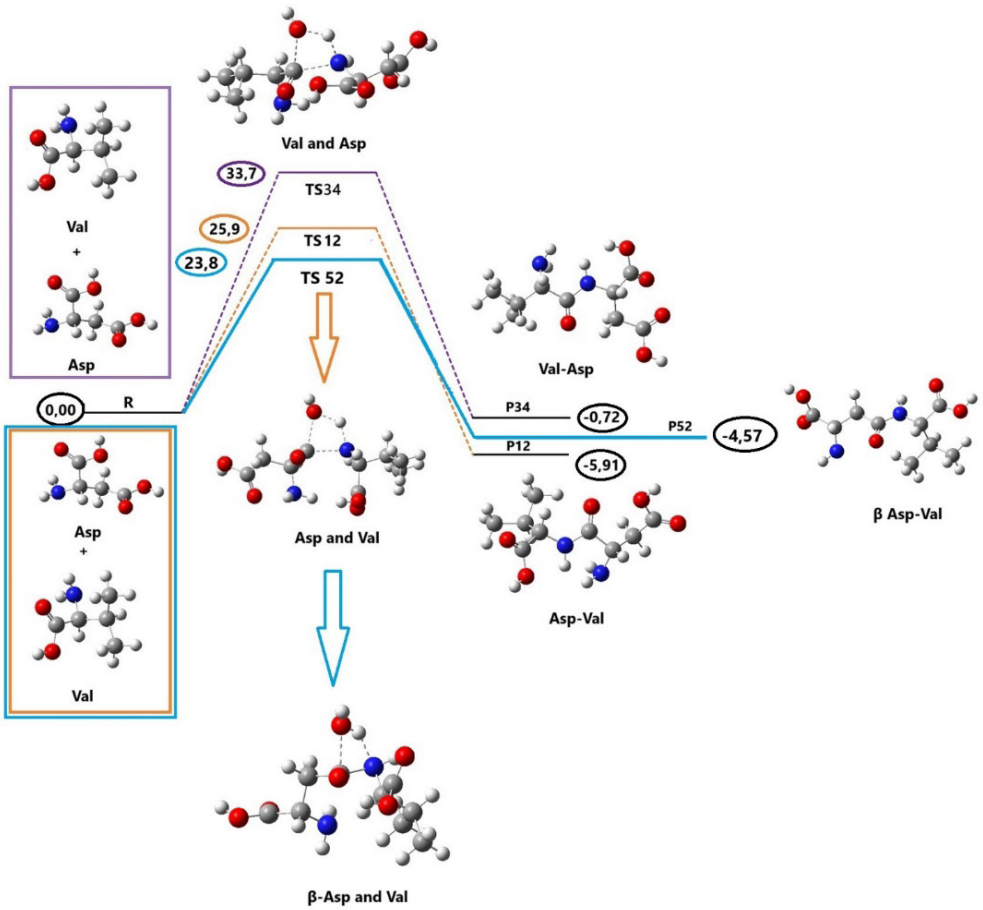


Fig. 4. Energy profile for the formation of the Asp–Val, Val–Asp and β-Asp–Val dimers

The activation energy for the formation of the β-Asp–Val dimer is 23.8 kcal/mol. The transition state was located and confirmed through vibrational analysis, yielding an imaginary frequency, which demonstrates the presence of the activated state of the investigated system. The value of the imaginary frequency for TS52 β-Asp–Val is –1232.75i cm^{-1}. The energetic values indicate that the formation of the β-Asp–Val dimer is exothermic, since the energy variation $\Delta E \approx -4.57$ kcal/mol. This also indicates that the reaction products are energetically more stable than the reactants.

Based on the calculated energies, the energy profile of the interaction between the amino acids Asp and Val was constructed, leading to the formation of the Asp–Val, Val–Asp, and β-Asp–Val dimers. However, the analysis will initially focus on a comparative examination of the first two dimers, Asp–Val and Val–Asp.

The Asp–Val and Val–Asp dimers will be analyzed first, since they result from the mechanism of formation of α-peptide bonds, which occur naturally in proteins. In contrast, the β-Asp–Val dimer involves the formation of an isopeptide bond and occurs much more rarely in biological systems, typically being associated with specific processes. Therefore, the analysis of the reaction mechanism will initially focus on the first two dimers, which reflect the natural mechanism of peptide bond formation between amino acids.

The first mode of interaction involves the carboxyl group (–COOH) of aspartic acid reacting with the NH_2 group of valine, whereas the second mode of interaction involves the carboxyl group (–COOH) of valine reacting with the NH_2 group of aspartic acid, with the elimination of a water molecule in each case.

The comparative analysis of the two reaction mechanisms shows that both lead to the formation of thermodynamically stable dimers. The energy variations (ΔE) are negative for both mechanisms, indicating exothermic reactions. The energy profile shows that the aspartyl–valine dimer is energetically more stable than the valyl–aspartate dimer, with an energy gain of 5.19 kcal/mol.

From a kinetic perspective, the reaction leading to the formation of the aspartyl–valine dimer is favored due to its lower activation energy $E_a = 25.9$ kcal/mol compared with the formation of the valyl–aspartate dimer, whose activation energy is $E_a = 33.7$ kcal/mol.

Comparative analysis of the Asp–Val and Val–Asp dimers with the β-Asp–Val dimer

The β-aspartyl–valine dimer can form when the β-carboxyl group in the side chain of aspartic acid participates in the condensation reaction with the α-amino group of valine, generating an isopeptide bond. Unlike classical peptide bonds, which form between the α-carboxyl and α-amino groups of amino acids, isopeptide bonds involve functional groups from the side chains of amino acids [8][9]. Such bonds are rarer in natural proteins and usually occur as secondary reactions or post-translational modifications of amino acid residues, including those of aspartic acid [10].

The theoretical analysis of the formation mechanisms of the Asp–Val, Val–Asp, and β-Asp–Val dimers highlights significant differences from both kinetic and thermodynamic perspectives. The transition states identified for each reaction were confirmed by the presence of a single characteristic negative imaginary frequency, with values of −854.46i cm^{-1} for TS12 Asp–Val, −833.36i cm^{-1} for TS34 Val–Asp, and −1232.75i cm^{-1} for TS52 β-Asp–Val.

Comparison of the energy barriers shows that the formation of the β-Asp–Val dimer has the lowest activation energy (Ea ≈ 23.8 kcal/mol), indicating that this pathway is kinetically favored. The reaction leading to the Asp–Val dimer has a moderate energy barrier (Ea ≈ 25.9 kcal/mol), whereas the formation of the Val–Asp dimer is characterized by the highest activation energy (Ea ≈ 33.7 kcal/mol), indicating a less favorable kinetic process.

From a thermodynamic perspective, the reaction leading to the Asp–Val dimer shows the greatest energetic stabilization (ΔE ≈ −5.92 kcal/mol), making it the most stable product among those analyzed. The β-Asp–Val dimer also exhibits significant thermodynamic stability (ΔE ≈ −4.57 kcal/mol), whereas the Val–Asp dimer is only weakly exothermic (ΔE ≈ −0.72 kcal/mol).

Therefore, the obtained results indicate that Asp–Val represents the thermodynamically most stable product, while β-Asp–Val is kinetically favored, despite involving the formation of a less common isopeptide bond in natural biological processes. In contrast, the mechanism leading to the formation of the Val–Asp dimer is disadvantaged from both kinetic and thermodynamic perspectives.

Under the conditions of the gas-phase model, the Asp–Val dimer exhibits the highest thermodynamic stability (most negative ΔE), while β-Asp–Val is kinetically favored due to its lower activation energy. However, direct extrapolation to biological conditions requires consideration of solvent effects and protonation states, since in aqueous environments the polarity and hydrogen-bonding network may alter both the relative stabilities and the energy barriers.

Conclusions. The theoretical study of the condensation reactions between aspartic acid and valine allowed the analysis of the formation mechanism of the Asp–Val, Val–Asp, and β-Asp–Val dimers using computational chemistry methods based on Density Functional Theory (DFT) at the B3LYP/6-31G level, implemented in the Gaussian 16 program.

Optimization of the geometrical structures of reactants, transition states, and reaction products, together with vibrational analysis, confirmed the existence of activated states characterized by the presence of a single negative imaginary frequency.

The analysis of the energy profiles shows that the formation of the Asp–Val and Val–Asp dimers, corresponding to α-peptide bonds, is accompanied by exothermic reactions, with the products being energetically more stable than the reactants. Among them, the Asp–Val dimer exhibits the highest energetic stabilization (ΔE ≈ −5.92 kcal/mol), indicating greater thermodynamic stability compared with the Val–Asp dimer (ΔE ≈ −0.72 kcal/mol). From a kinetic perspective, the formation of the

Asp–Val dimer is favored due to its lower activation energy (Ea ≈ 25.9 kcal/mol) compared with the mechanism leading to the Val–Asp dimer (Ea ≈ 33.7 kcal/mol).

In the reaction involving the β-carboxyl group of aspartic acid, the β-Asp–Val dimer can form, characterized by an isopeptide bond. The calculated energy indicates that this mechanism has the lowest energy barrier (Ea ≈ 23.8 kcal/mol), suggesting a relatively higher kinetic favorability under the conditions of the theoretical model used. However, from a biological perspective, such isopeptide bonds occur less frequently, since protein biosynthesis in living systems predominantly leads to the formation of α-peptide bonds.

Therefore, the obtained results indicate that the Asp–Val dimer is thermodynamically the most stable, while β-Asp–Val shows the lowest activation energy and is kinetically favored within the studied model. At the same time, the mechanism leading to the formation of the Val–Asp dimer is less favorable from both kinetic and thermodynamic perspectives.

Overall, the obtained results contribute to a better understanding of the energetic features and reaction mechanisms of amino-acid condensation processes and provide a solid theoretical framework for explaining the reaction mechanisms of these amino acids in biological systems. This study demonstrates the usefulness of computational approaches in investigating fundamental biochemical processes and may serve as a basis for future research concerning the functions of biologically important polypeptide molecules.

REFERENCES

1. NELSON, D.; COX, M., Lehninger Biochemie, Berlin: Springer-Verlag, 2008, ISBN 978-3-540-68637-6.
2. KUES, T., Visualisierung einzelner Proteinmoleküle und Analyse ihrer Trajektorien in intakten Zellkernen mittels Weitfeld-Fluoreszenzmikroskopie, München: GRIN Verlag, 2011, ISBN 978-3-656-01219-1.
3. HAMANN, B. Aminosäuren, Rottenburg: Kopp Verlag, 2018, ISBN 978-3-86445-644-0.
4. MARCH J. Advanced Organic Chemistry: Reactions, Mechanisms, and Structure, Wiley, 1992.
5. HENRY J. FORMAN, HONGQIAO ZHANG, ALESSANDRA RINNA, *Overview of its protective roles, measurement, and biosynthesis*, Molecular Aspects of Medicine, 2009. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18796312/
6. FRISCH, M. J. et al., Gaussian 16, Revision C.01, Gaussian, Inc., Wallingford, CT, 2016.
7. MARCH, J., Advanced Organic Chemistry: Reactions, Mechanisms, and Structure, 4th ed., New York: Wiley, 1992.
8. IUPAC, Nomenclature and terminology for amino acids and peptides, Oxford: IUPAC–IUB Commission on Biochemical Nomenclature, 1999. Disponibil la: https://iupac.qmul.ac.uk/AminoAcid/A1113.html
9. SZENDREI, G. I., Aspartate-bond isomerization affects the major conformations of peptides, European Journal of Biochemistry, 1994, vol. 226, nr. 3, pp. 917–925. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1432-1033.1994.00917.x
10. GREENE, L. H.; HIGMAN, V. A., Uncovering the mechanisms of isopeptide bond formation in proteins, Nature Chemical Biology, 2015, vol. 11, pp. 649–657. DOI: https://doi.org/10.1038/nchembio.1897

SUBSTANȚE BIOLOGIC ACTIVE ALE DROJDIILOR PIGMENTATE ȘI POTENȚIALUL LOR BIOTEHNOLOGIC

BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES OF PIGMENTED YEASTS AND THEIR BIOTECHNOLOGICAL POTENTIAL

Ana ROZLOVAN, cercetător științific stagiar,
Institutul de Microbiologie și Biotehnologie,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău

Natalia CHISELIȚA, dr.,
Institutul de Microbiologie și Biotehnologie,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău

Boris NEDBALIUC, conf. univ., dr.,
UPS „Ion Creangă" din Chișinău

Ana ROZLOVAN, junior scientific researcher,
Institute of Microbiology and Biotechnology,
Technical University of Moldova
ORCID: 0009-0001-5367-1743

Natalia CHISELIȚA, PhD,
Institute of Microbiology and Biotechnology,
Technical University of Moldova
ORCID: 0000-0002-6943-8129

Boris NEDBALIUC, PhD, Associate Professor,
UPS "Ion Creanga" from Chisinau
ORCID: 0000-0002-9116-4515
e-mail: anyrozlovan@gmail.com

CZU: 579.25:577.164:602.4
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p157-163

Abstract. Biotechnological progress has improved the transformation of biological resources into value-added compounds, strengthening the foundations of the bioeconomy. The growing industrial demand for ingredients of natural origin, combined with quantitative and environmental constraints of conventional plant and animal sources, has directed scientific research towards microorganisms, recognised as efficient and highly adaptable biological systems for the biosynthesis of metabolites of biotechnological interest. In this context, pigmented yeasts have emerged as a microbial platform of significant biotechnological relevance due to their metabolic diversity and capacity to produce biologically active substances with multiple applications. This article outlines the general characteristics of pigmented yeasts and the principal directions for their biotechnological valorisation in different industrial sectors. The advantages of pigmented yeasts over synthetic pigments and conventional sources are highlighted, particularly regarding reduced environmental impact, improved safety, process stability and enhanced technological efficiency, supporting their relevance in sustainable and innovative circular bioeconomy systems.

Keywords: yeasts, bioactive substances, antioxidant activity, biotechnological.

Introducere

La nivel global, bioeconomia contribuie cu aproximativ 4-5 % la produsul intern brut mondial, iar sectoarele bazate pe biotehnologii industriale înregistrează rate anuale de creștere estimate între 8 și 12 % [2]. Această dinamică a favorizat dezvoltarea proceselor microbiene, datorită avantajelor tehnologice legate de controlul precis al condițiilor de cultivare, stabilitatea proceselor metabolice și reproductibilitatea rezultatelor la scară industrială. În Republica Moldova, reziduuri agro-industriale precum reziduurile de cereale și deșeurile vegetale sunt insuficient valorificate. Utilizarea acestora ca substraturi pentru drojdiile pigmentate permite conversia lor în carotenoide și alți metaboliți bioactivi cu potențial biotehnologic aplicativ, contribuind în mod simultan la dezvoltarea bioeconomiei prin valorificarea eficientă a resurselor locale. Din perspectivă aplicativă, pigmenții carotenoidici de origine microbiană constituie alternative viabile la pigmenții sintetici, a căror utilizare este limitată de considerente privind siguranța biologică și impactul ecotoxicologic [4].

Rezultate și discuți

Comparativ cu sursele vegetale clasice, drojdiile pigmentate prezintă avantaje biotehnologice semnificative, incluzând independența față de factorii climatici, cicluri scurte de cultivare (3-7 zile), randamente ridicate de biosinteză și posibilitatea de scalare industrială în bioreactoare operate în condiții strict controlate. Aceste caracteristici susțin utilizarea drojdiilor pigmentate ca platforme microbiene sustenabile pentru producerea carotenoidelor destinate aplicațiilor alimentare, farmaceutice și cosmetice (tab. 1).

Tabel 1. Caracterizare comparativă a pigmenților utilizați în aplicații industriale

Indicator	Pigmenți sintetici	Pigmenți naturali (ex. carotenoizi microbieni)
Pondere pe piața globală a coloranților	~55–60 %	~40–45 %
Rata anuală de creștere (CAGR)	~4–5 %	~7–8 %
Segment dominant	Industrie alimentară convențională	Produse „clean-label”, nutraceutice
Activitate biologică	Absentă	Antioxidantă, citoprotectoare
Reducerea stresului oxidativ	-	~30–60 % (date experimentale)
Impact ecologic	Ridicat (procese chimice)	Redus (procese biotehnologice)
Acceptabilitate pentru consum	Restricționată pentru unii compuși	Ridicată
Tendință actuală	Scădere relativă	Creștere accentuată

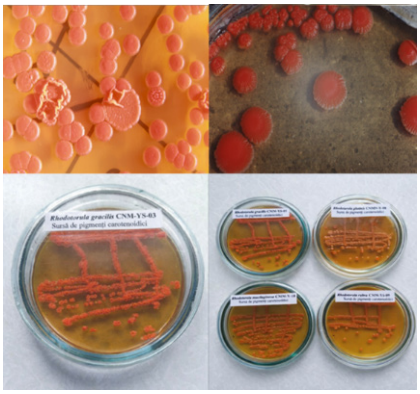


Figura 1. Drojdii pigmentate din genul *Rhodotorula*

Drojdiile pigmentate reprezintă un grup eterogen de microorganisme eucariote unicelulare, aparținând preponderent încrengăturii *Basidiomycota*. Genul *Rhodotorula* prezintă un interes biotehnologic major datorită capacității ridicate de biosinteză a carotenoizilor naturali. Deși conținutul carotenoidic reprezintă, în general, 0,01-0,04 % din masa uscată a biomasei, aceste valori sunt semnificative pentru microorganisme și relevante din punct de vedere biotehnologic [1; 5]. Cercetările vizează în mod constant specii precum: *Rhodotorula gracilis*, *Rhodotorula mucilaginosa*, *Rhodotorula glutinis*, *Rhodotorula rubra* care diferă prin productivitatea pigmentară, stabilitatea metabolică și toleranța la factori de stres abiotic (fig. 1). *Sporobolomyces pararoseus* este, de asemenea, o drojdie roșie basidiomicetă, caracterizată prin producerea de carotenoide (β-caroten, torulenă, torularhodină) cu puternic efect antioxidant.

Pe lângă carotenoide, drojdiile pigmentate sunt capabile să sintetizeze o gamă largă de alte substanțe biologic active, printre care exopolizaharide, lipide microbiene, enzime, coenzima Q10, vitamine și componente ale peretelui celular, precum β-glucanii, cunoscuți pentru efectele lor imunomodulatoare. În unele cazuri, conținutul lipidic poate depăși 40-60 % din masa uscată celulară, iar randamentele de conversie substrat–biomasă pot atinge valori de 0,45-0,55 g/g, s.u. ceea ce evidențiază eficiența metabolică a acestor microorganisme [3] (fig. 2).

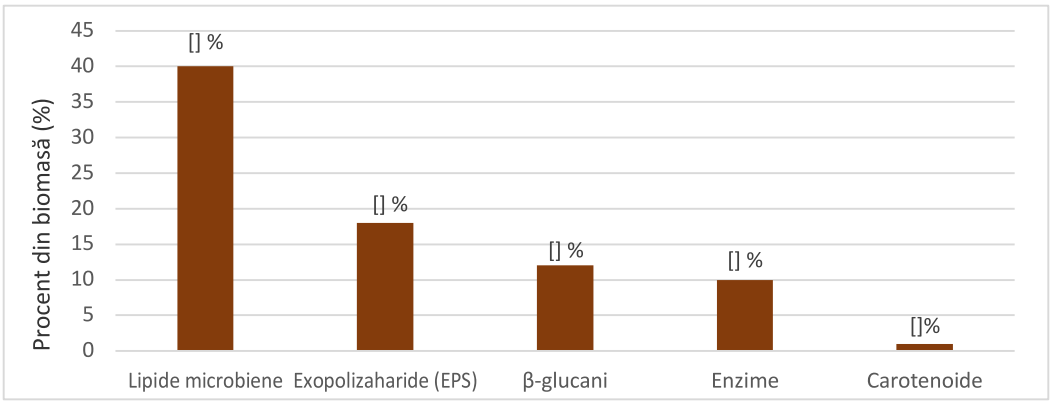


Figura 2. Distribuția procentuală a substanțelor bioactive din drojdiile pigmentate

Carotenoidele drojdiilor pigmentate. Carotenoidele constituie principala clasă de substanțe biologic active sintetizate de drojdiile pigmentate și reprezintă un element definitoriu al acestui grup de microorganisme din punct de vedere fiziologic și biotehnologic. Din perspectivă chimică, carotenoidele sunt pigmenți terpenoizi lipofili, derivați biosintetic din unități de izopren, caracterizați printr-o catenă centrală de poliene conjugate. Această structură moleculară determină proprietățile spectrale și capacitatea antioxidantă ridicată, care stau la baza funcțiilor lor biologice.

Clasificarea carotenoidelor se realizează în două categorii majore: caroteni și xantofile (fig. 3). Carotenii sunt hidrocarburi pure, formate exclusiv din atomi de carbon și hidrogen, în timp ce xantofilele sunt carotenoide oxigenate, care conțin grupări funcționale precum hidroxil, ceto, epoxid sau carboxil. Drojdiile pigmentate sintetizează ambele tipuri de carotenoide, însă compoziția și proporția acestora sunt specifice fiecărei specii și sunt influențate de condițiile de cultivare, precum sursa de carbon, raportul carbon/azot, pH-ul și aerarea.

Importanța carotenoizilor produși de drojdiile pigmentate este determinată de rolul lor biologic esențial în protecția celulară. În metabolismul microbian, acești pigmenți funcționează ca antioxidanți eficienți, neutralizând speciile reactive de oxigen generate în condiții de stres și contribuind la menținerea integrității membranelor celulare. Compuși precum β-carotenul, torulena și torularhodina prezintă capacități antioxidante ridicate, iar torulena și torularhodina se disting printr-o activitate superioară β-carotenului, datorită particularităților structurale.

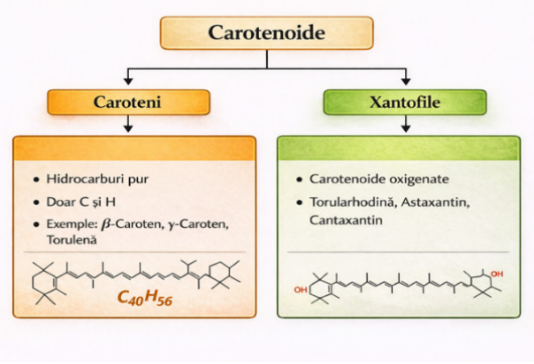


Figura 3. Clasificarea carotenoidelor la drojdii pigmentate

Un avantaj major al carotenoizilor microbieni constă în posibilitatea obținerii acestora prin procese biotehnologice controlate, independente de condițiile climatice și de sezonalitate care limitează sursele vegetale. Parametrii de cultivare pot fi ajustați pentru a orienta sinteza carotenoidelor, transformând un mecanism adaptativ într-un proces industrial dirijat.

În plus, drojdiile pigmentate produc carotenoizi rari sau absenți în sursele vegetale, conferind acestora un avantaj calitativ important. Utilizarea substraturilor reziduale agro-industriale în procesele de cultivare contribuie la reducerea costurilor și a impactului asupra mediului, fiind compatibilă cu principiile economiei circulare. Astfel, carotenoizii microbieni reprezintă compuși de interes major pentru aplicații

alimentare, farmaceutice și cosmetice, iar drojdiile pigmentate se afirmă ca surse moderne și sustenabile de pigmenți naturali cu valoare funcțională ridicată.

Activitatea antioxidantă. Activitatea antioxidantă reprezintă cea mai bine documentată proprietate biologică a carotenoidelor din drojdiile pigmentate. Datorită structurii lor poliensice, aceste molecule sunt capabile să capteze radicalii liberi și să dezactiveze oxigenul singlet, prevenind peroxidarea lipidică și deteriorarea componentelor celulare. Torulena și torularhodina prezintă o activitate antioxidantă superioară β-carotenului, datorită numărului mai mare de duble legături conjugate și, în cazul torularhodinei, prezenței grupării carboxilice (fig. 4).



Figura 4. Determinarea activității antioxidante cu reactivul ABTS

Studiile au demonstrat că extractele carotenoidice din *Rhodotorula glutinis* și *Rhodotorula mucilaginosa* prezintă capacități ridicate de captare a radicalilor DPPH și ABTS, comparabile sau superioare unor antioxidanți de referință, confirmând potențialul lor funcțional și biotehnologic [3]. Această activitate este relevantă pentru prevenirea stresului oxidativ implicat în îmbătrânirea celulară și în dezvoltarea bolilor cronice.

Utilizarea substraturilor neconvenționale în procese microbiene. Un avantaj important al drojdiilor pigmentate este capacitatea de dezvoltare a acestora pe o gamă largă de substraturi neconvenționale, inclusiv reziduuri agro-industriale bogate în surse de carbon și azot. Integrarea acestor subproduse în procesele de cultivare microbiană permite reducerea costurilor de producție cu aproximativ 20–40 % și contribuie la diminuarea impactului asupra mediului prin valorificarea deșeurilor și reducerea consumului de resurse convenționale. Drojdiile pot fi cultivate pe medii nutritive obținute din:

- melasă de sfeclă
- deșeuri de morcov
- reziduuri de cereale (orz)

Rezultatele experimentale demonstrează faptul că mediile nutritive neconvenționale, provenite din reziduuri vegetale, pot susține eficient dezvoltarea drojdiilor pigmentate. Aceste microorganisme au evidențiat o capacitate ridicată de adaptare

metabolică, realizând niveluri de biomasă similare sau chiar superioare celor înregistrate pe mediile clasice.

Aplicațiile biotehnologice ale drojdiilor pigmentate. Drojdiile pigmentate se disting ca microorganisme cu un potențial biotehnologic deosebit, datorită capacității lor de a produce simultan mai multe substanțe biologic active valoroase. Această versatilitate metabolică le transformă în sisteme biologice eficiente și ușor de controlat, potrivite pentru procese industriale moderne (tab. 2).

Tabel 2. Perspective biotehnologice ale drojdiilor pigmentate

Domeniu	Produse	Utilizare	Beneficiu biotehnologic
Industria alimentară	Carotenoide, biomasă	Pigmenți alimentari naturali, matrice funcțională	Siguranță pentru consum
Farmaceutic	Carotenoide, β-glucani	Formulări antioxidante și imunomodulatoare	Eficiență biologică dovedită
Industria cosmetică	Astaxanthin, exopolizaharide	Preparare dermato-cosmetică cu protecție UV	Stabilitate fizico-chimică
Acvacultură și zootehnie	Carotenoide, lipide	Suplimentare nutrițională și pigmentare	Absorbție metabolică eficientă
Biorafinărie microbiană	Carotenoide, lipide, EPS	Obținere simultană de metaboliți	Exploatarea completă a biomasei
Subproduse agro-industriale	Biomasă	Transformarea materiilor reziduale	Scăderea costurilor tehnologice
Bioremediere	Biomasă, EPS	Fixarea și îndepărtarea poluanților	Impact redus asupra mediului
Agricultură	Metaboliți bioactivi	Susținerea dezvoltării vegetale	Optimizarea performanței culturilor

În industria alimentară, drojdiile pigmentate furnizează pigmenți naturali, antioxidanți și ingrediente funcționale, corespunzând cerințelor pentru produse sigure și „clean-label". În aplicațiile farmaceutice și nutraceutice, acestea constituie surse de carotenoide, coenzima Q10, vitamine și β-glucani, cu rol în protecția antioxidantă, funcția imunitară și metabolismul energetic. Metaboliții obținuți sunt utilizați și în formulări cosmetice, datorită proprietăților de întârziere a proceselor de îmbătrânire, fotoprotectoare și hidratante. Integrarea drojdiilor pigmentate în scheme de biorafinărie microbiană permite conversia integrală a biomasei, utilizarea eficientă a substraturilor reziduale și diminuarea impactului asupra mediului.

Concluzii. Analiza comparativă cu sursele convenționale de compuși bioactivi evidențiază avantajele clare ale drojdiilor pigmentate ca sisteme de producție biotehnologică. Spre deosebire de sursele vegetale și animale, acestea pot fi cultivate inde-

pendent de condițiile climatice și de sezonalitate, în sisteme închise, cu cicluri scurte de producție și cu un grad ridicat de control al parametrilor de fermentație. Această abordare asigură stabilitatea și reproductibilitatea proceselor, precum și o calitate constantă a produselor obținute. Astfel, valorificarea acestora susține dezvoltarea biotehnologiilor durabile și extinderea aplicațiilor bioeconomiei moderne.

BIBLIOGRAFIE

1. FONSECA, R. S. K.; LOTAS, K. M.; CORTEZ, A. C. A.; FERNANDES, F. S.; SOUZA, É. S.; DUFOSSÉ, L.; SOUZA, J. V. B. Exploration of carotenoid-producing *Rhodotorula* yeasts from Amazonian substrates for sustainable biotechnology applications. *Current Research in Microbial Sciences*, 2025, vol. 8, art. 100373. Disponibil: https://doi.org/10.1016/j.crmicr.2025.100373.
2. GRAND VIEW RESEARCH. Natural Food Colors Market Size Report, 2023–2030. Disponibil: https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/natural-food-colors-market.
3. MACHADO, W. R. C.; MURARI, C. S.; DUARTE, A. L. F.; DEL BIANCHI, V. L. Optimization of agro-industrial coproducts (molasses and cassava wastewater) for simultaneous production of lipids and carotenoids by *Rhodotorula mucilaginosa. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 2022, vol. 42, art. 102342. Disponibil: https://doi.org/10.1016/j.bcab.2022.102342.
4. MOSQUEDA-MARTÍNEZ, E.; CHIQUETE-FÉLIX, N.; CASTAÑEDA-TAMEZ, P. et al. In *Rhodotorula mucilaginosa*, active oxidative metabolism increases carotenoids to inactivate excess reactive oxygen species. *Frontiers in Fungal Biology*, 2024, vol. 5, art. 1378590. Disponibil: https://doi.org/10.3389/ffunb.2024.1378590.
5. OCHOA-VIÑALS, N.; ALONSO-ESTRADA, D.; PACIOS-MICHELENA, S. et al. Current advances in carotenoid production by *Rhodotorula* sp. fermentation. *Fermentation*, 2024, vol. 10, nr. 4, art. 190. Disponibil: https://doi.org/10.3390/fermentation10040190.

VALOAREA PEDAGOGICĂ A RESURSELOR MOZAWEB ÎN PREDAREA INTEGRATĂ A CONCEPTELOR BIOLOGICE ȘI CHIMICE[5]

THE PEDAGOGICAL VALUE OF MOZAWEB RESOURCES IN THE INTEGRATED TEACHING OF BIOLOGICAL AND CHEMICAL CONCEPTS

Victoria CALISTRU, master în științe ale educației,
formatoare CNIDE „Clasa Viitorului”,
UPS „Ion Creangă” din Chișinău

Victoria CALISTRU, MA in Education Sciences, Trainer,
National Center For Digital Innovations in Education “Future Classroom Lab”,
“Ion Creanga” SPU of Chisinau
ORCID: 0009-0004-0584-885X
e-mail: calistru.victoria@clasaviitorului.md

CZU: 37.091:004.9:57+54
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p164-172

Abstract. This article explores the pedagogical value of MozaWeb resources in the integrated teaching of biological and chemical concepts. The increasing complexity of scientific content necessitates innovative didactic approaches that facilitate conceptual understanding and interdisciplinary connections. Digital educational platforms offer interactive environments that support the visualization, simulation, and modeling of complex phenomena, thereby enhancing student learning experiences. The study highlights how MozaWeb resources—including 3D models, animations, and virtual experiments—contribute to the development of an integrated perspective on scientific concepts such as photosynthesis, cellular structure, enzymatic reactions, and ecological processes. These resources enable learners to establish meaningful connections between biological functions and chemical mechanisms, encouraging systems thinking and scientific reasoning. Furthermore, the article emphasizes the alignment of digital resource integration with European frameworks such as DigCompEdu, which promotes the effective pedagogical use of technology. The results suggest that the strategic use of MozaWeb in teaching supports active learning, increases student motivation, and enhances the development of interdisciplinary competencies essential for STEM education.

Keywords: MozaWeb, integrated teaching, biology, chemistry, digital resources

Integrarea tehnologiilor digitale în predarea integrată constituie un factor esențial în transformarea strategiilor pedagogice contemporane, în special în cazul disciplinelor biologie și chimie, caracterizate printr-un grad ridicat de abstractizare și complexitate conceptuală. Literatura de specialitate evidențiază faptul că utilizarea resurselor digitale contribuie la facilitarea învățării prin vizualizare, simulare și mo-

5 Articol elaborat în cadrul subprogramului „Digitalizarea procesului de formare inițială a cadrelor didactice pentru asigurarea unui demers didactic eficient, în contextul solicitărilor pieței muncii”, cod 040102

delare, sprijinire a dezvoltării conceptuale și formarea competențelor specifice domeniului STEM [2].

De menționat că curriculumul național promovează o abordare centrată pe competențe și încurajează corelarea conținuturilor între disciplinele din aria curriculară „Matematică și științe". Atât curriculumul de biologie, cât și cel de chimie subliniază importanța abordării interdisciplinare și a utilizării strategiilor didactice care facilitează conexiunea dintre concepte și aplicarea acestora în context real [4; 5].

În acest sens, predarea integrată a conceptelor biologice și chimice devine o direcție metodologică relevantă, care permite construirea perspectivei unitare asupra fenomenelor studiate și aprofundarea dezvoltării unei relații dintre procesele biologice și mecanismele chimice.

Platforma MozaWeb oferă un set complex de resurse educaționale digitale, incluzând modele tridimensionale interactive, simulări și lecții multimedia folosite în predarea științelor. Prin urmare, aceste resurse facilitează explorarea interactivă a fenomenelor biologice și chimice, contribuind la înțelegerea relației dintre structura substanțelor și funcțiile acestora în procesele biologice, precum și la formarea unor reprezentări coerente ale conținuturilor științifice.[6]. În cazul temelor comune din biologie și chimie – precum structura materiei vii, procesele metabolice sau echilibrul chimic în organism – utilizarea acestor resurse sprijină corelarea conceptelor și dezvoltarea unei perspective interdisciplinare.

Din perspectivă didactică, abordarea integrată a științelor naturii presupune realizarea unor conexiuni funcționale între discipline și valorificarea complementarității acestora în procesul de învățare. Studiile din domeniu evidențiază importanța strategiilor didactice care susțin integrarea conținuturilor și dezvoltarea unei gândiri sistemice la elevi [1]. În același timp, instruirea bazată pe vizualizare și utilizarea mediilor digitale interactive contribuie la facilitarea conceptelor complexe și la dezvoltarea capacităților de analiză și interpretare [3].

Utilizarea tehnologiilor digitale în educație trebuie analizată și din perspectiva competențelor profesionale ale cadrelor didactice. Cadrul european DigCompEdu evidențiază importanța utilizării pedagogice a tehnologiilor digitale pentru proiectarea și implementarea unor experiențe de învățare eficientă și centrate pe elev [7], iar cadrul UNESCO privind competențele TIC pentru profesori subliniază rolul acestora în susținerea prin investigație și în dezvoltarea competențelor științifice [8]. În acest context, valorificarea platformei MozaWeb presupune integrarea resurselor digitale în demersul didactic în mod strategic, în funcție de obiectivele de învățare și de specificul conținuturilor.

Platforma educațională MozaWeb, dezvoltată de Mozaik Education este un sistem digital complex destinat susținerii procesului de predare–învățare prin resurse interactive și vizualizări dinamice.

Aceasta oferă acces la o gamă variată de materiale educaționale digitale, inclusiv modele tridimensionale (3D), animații, videoclipuri, exerciții interactive și instrumente de evaluare, toate integrate într-un mediu adaptabil nevoilor educaționale contemporane [6].

Platforma MozaWeb se remarcă printr-un set de funcționalități care facilitează învățarea activă și explorarea interdisciplinară:

- **Modele 3D interactive** permit explorări structurale biologice (ex.: celula, ADN-ul) și a proceselor chimice (ex.: reacții moleculare) din perspective multiple, contribuind la dezvoltarea gândirii spațiale și conceptuale;
- **Simulări și experimente virtuale** oferă posibilitatea reproducerii fenomenelor dificil de realizat în laboratorul școlar, asigurând un mediu sigur și controlat pentru investigare;
- **Animații explicative** facilitează înțelegerea proceselor dinamice, precum fotosinteza, respirația celulară sau mecanismele reacțiilor chimice;
- **Instrumente de evaluare interactivă** includ teste, quiz-uri și exerciții aplicative care permit oferirea unui feedback imediat și monitorizarea progresului elevilor;
- **Lecții digitale** permit cadrelor didactice să creeze demersuri didactice personalizate, prin combinarea resurselor interactive disponibile pe platforma MozaWeb cu propriile materiale didactice.

Aceste funcționalități susțin trecerea predării tradiționale la un model centrat pe elev, bazat pe explorare, investigare și învățare activă.

În contextul predării integrate, platforma MozaWeb facilitează corelarea conținuturilor biologice și chimice prin reprezentări vizuale relevante:

- **Fotosinteza** – poate fi analizată simultan din perspectivă biologică (rolul cloroplastului) și chimică (ecuația reacției și transformările energetice);
- **Structura celulei** – explorarea componentelor celulare permite corelarea funcțiilor biologice cu procesele chimice interne;
- **Reacțiile enzimatice** – evidențiază relația dintre structura moleculară și funcția biologică;
- **Digestia** – permite analiza transformărilor chimice ale substanțelor nutritive în context biologic.

Astfel, elevii pot explica conexiunile între concepte, dezvoltând înțelegrea integrată și capacitatea de aplicare a fenomenelor studiate, în concordanță cu recomandările curriculare. [4; 5].

Platforma MozaWeb oferă o gamă variată de resurse digitale concepute să faciliteze activitatea didactică:

- **Lecții interactive:** https://www.mozaweb.com/en/lexikon.php?cmd=getlist&let=MICRO
- CURRICULUM&active_menu=elesson
- **Animații 3D:** https://www.mozaweb.com/en/lexikon.php?cmd=getlist&let=3D&active_menu=3d

- **Video:** https://www.mozaweb.com/en/lexikon.php?cmd=getlist&let=VIDEO&active_menu=video
- **Instrumente și jocuri:** https://www.mozaweb.com/en/tools.php?cmd=list

Aceste resurse pot fi integrate în lecții, proiecte STEAM sau activități de tip PBL, contribuind la diversificarea strategiilor didactice și la creșterea motivației elevilor. Utilizarea platformei MozaWeb se aliniază cu cerințele cadrului european, care subliniază importanța integrării tehnologiilor digitale în proiectarea și desfășurarea activităților didactice [6]. Prin utilizarea resurselor interactive, cadrele didactice pot dezvolta următoarele competențe:

- selectarea și adaptarea resurselor digitale;
- facilitarea învățării active prin tehnologie;
- utilizarea instrumentelor digitale pentru evaluare și feedback;
- stimularea colaborării și a gândirii critice.

De asemenea, conform cadrului UNESCO privind competențele TIC pentru profesori, utilizarea acestei platforme contribuie la dezvoltarea învățării prin investigație și la formarea competențelor științifice ale elevilor [8]. Integrarea resurselor digitale oferite de platforma MozaWeb permite reconceptualizarea conținuturilor curriculare prin corelarea unităților de învățare a disciplinei biologie și chimie.

Analiza curriculumului național pentru disciplinele biologie și chimie relevă numeroase puncte de convergență care permit o abordare didactică integrată, facilitată de resursele digitale avansate ale platformei MozaWeb. Atât curriculumul de biologie, cât și cel de chimie încurajează corelarea conținuturilor și utilizarea strategiilor interdisciplinare pentru a facilita înțelegerea fenomenelor complexe. Iată o propunere de teme integrate, corelate cu unitățile de învățare din curriculum și resursele Mozaweb:

1. Compoziția chimică și structura celulei

- Corelație curriculară: Biologia studiază structura celulei (clasele VI, VII, IX) și nivelele de organizare, în timp ce chimia introduce compoziția substanțelor și legăturile chimice (clasele VII, VIII).
- Abordare integrată: Analiza simultană a componentelor celulare din perspectivă biologică (funcții) și chimică (structura proteinelor, lipidelor și glucidelor care formează membrana și organitele).
- Resurse MozaWeb: Modele 3D interactive ale celulei și ADN-ului care permit explorarea structurilor moleculare în raport cu funcția lor biologică.

2. Fotosinteza și respirația celulară

- Corelație curriculară: Biologia analizează procesele vitale la plante (clasa IX), iar chimia abordează reacțiile chimice, oxigenul și compușii carbonului (clasele VIII, IX).
- Abordare integrată: Fotosinteza poate fi explicată prin rolul biologic al cloroplastului (biologie) corelat cu ecuația reacției chimice și transformările energetice la nivel molecular (chimie).

- Resurse MozaWeb: Animații explicative care vizualizează mecanismele dinamice ale fotosintezei și respirației, făcând procesele abstracte mult mai ușor de înțeles.

3. Digestia și reacțiile enzimatice

- Corelație curriculară: Biologia studiază sistemele de nutriție la om (clasa VII), iar chimia introduce noțiunile de acizi, baze și substanțe organice (clasele VIII, IX).
- Abordare integrată: Analiza transformărilor chimice ale substanțelor nutritive (hidroliza) sub acțiunea enzimelor, evidențiind relația dintre structura moleculară a enzimelor și funcția lor catalitică în sistemul digestiv.
- Resurse MozaWeb: Simulări și experimente virtuale care reproduc procesele de scindare chimică a alimentelor într-un mediu sigur și controlat.

4. Apa: Proprietăți fizico-chimice și rol biologic

- Corelație curriculară: Chimia analizează apa ca substanță pură, soluțiile și metodele de purificare (clasele VII, VIII), în timp ce biologia studiază transportul apei și substanțelor în corpul plantelor și animalelor (clasele VI, VII, IX).
- Abordare integrată: Studiul proprietăților de solvent ale apei și al importanței sale în menținerea echilibrului chimic în organismele vii.
- Resurse MozaWeb: Utilizarea instrumentului LabCamera pentru monitorizarea în timp real a proceselor de absorbție și transport la plante sau pentru analize video ale experimentelor de solubilitate.

5. Genetica și structura moleculară a eredității

- Corelație curriculară: Biologia abordează ereditatea, diviziunea celulară și maladiile genetice (clasa IX), corelându-se cu chimia prin studiul structurii atomului și al legăturilor chimice care asigură stabilitatea moleculei de ADN (clasa VII).
- Abordare integrată: Înțelegerea mecanismului de transmitere a caracterelor ereditare prin prisma stabilității și replicării legăturilor chimice în macromoleculele biologice.
- Resurse MozaWeb: Lecții digitale multimedia care combină informațiile teoretice cu secvențe video despre diviziunea celulară (mitoză/meioză) și modele 3D ale cromozomilor.

6. Ciclurile biogeochimice și ecologia

- Corelație curriculară: Biologia studiază ecosistemele și circuitul materiei (clasele VIII, IX), iar chimia analizează nemetalele precum carbonul, azotul și sulful (clasa a IX-a).
- Abordare integrată: Analiza impactului activității omului asupra echilibrului ecosistemelor prin studiul reacțiilor de oxidare/ardere care produc poluanți și afectează ciclurile naturale ale elementelor.

- Resurse MozaWeb: Scene 3D despre poluare și impactul uman, împreună cu instrumente interactive de evaluare (quiz-uri) pentru monitorizarea progresului în înțelegerea problemelor ecologice. Integrarea acestor resurse digitale în lecțiile de tip STEAM sau PBL facilitează corelarea conceptelor științifice și înțelegerea fenomenelor abstracte. Această abordare dezvoltă gândirea sistemică a elevilor și le crește motivația, transformând teoria în experiențe practice și vizibile.

Exemplu de activitate integrată

Tema: Fotosinteza

Clasa: a IX-a

Tipul lecției: Lecție de predare–învățare integrată (Biologie–Chimie)

1. Obiective operaționale

La finalul activității, elevii vor fi capabili:

- să identifice minimum 3 structuri ale cloroplastului , utilizând modelul 3D;
- să interpreteze ecuația chimică a fotosintezei, identificând corect reactanții și produșii de reacție;
- să determine tipul reacției chimice (reacție de combinare/sinteză) și să explice transformarea energiei luminoase în energie chimică;
- să elaboreze o schemă integrată (hartă conceptuală) care să coreleze minimum 4 elemente biologice și chimice ale procesului.

2. Resurse MozaWeb utilizate:

Animație 3D: Fotosinteza https://www.mozaweb.hu/ro/Extra-Animatii_3D-Fotosinteza-209023?mode=directlink

Animație 3D: Fotosinteza (nivel începător) https://www.mozaweb.hu/ro/Extra-Animatii_3D-Fotosinteza_nivel_incepator-216532?mode=directlink

Animație 3 D: Clorofila https://www.mozaweb.hu/ro/Extra-Animatii_3D-Clorofila-146832?mode=directlink

Lecție digitală: „Fotosinteza și nutriția plantelor" https://www.mozaweb.hu/ro/Microcurriculum/view?azon=dl_783

Quiz interactiv pentru evaluare: https://www.mozaweb.hu/ro/Microcurriculum/view?azon=dl_783

Scenariul didactic

În etapa de *evocare*, elevii sunt familiarizați cu tema lecției prin vizualizarea unei animații 3D care ilustrează procesul fotosintezei la nivel macro, evidențiind elementele esențiale implicate (planta, lumina, apa și aerul). Această etapă are rolul de a reactualiza cunoștințele anterioare și de a capta atenția elevilor prin suport vizual sugestiv, fiind însoțită de întrebările euristice menite să stimuleze gândirea.

În etapa de *realizare a sensului*, învățarea se desfășoară gradual, de la nivel biologic la nivel chimic. Inițial, elevii explorează structura frunzei și a celulelor vegetale, utilizând animații 3D pentru a identifica cloroplastul și rolul clorofilei în captarea energiei luminoase. Ulterior, procesul este analizat la nivel molecular, prin observarea transformărilor chimice implicate în fotosinteză, precum fotoliza apei și sinteza glucozei. În acest context, elevii formulează și interpretează ecuația chimică a fotosintezei, realizând conexiuni între procesele biologice și mecanismele chimice. Aprofundarea cunoștințelor este realizată prin sinteza unei lecții digitale, care permite elevilor să analizeze informațiile și să identifice rolul fotosintezei în natură, precum producerea oxigenului, reducerea dioxidului de carbon și susținerea lanțurilor trofice.

Etapa de *reflecție* se va realiza prin formularea unor răspunsuri la întrebări de tip reflexiv, precum „Ce am învățat?" sau „Ce informații noi am descoperit?". Această etapă contribuie la consolidarea înțelegerii și la dezvoltarea capacităților de autoevaluare. Elevii vor elabora o schemă integrată (hartă conceptuală) care să coreleze minimum 4 elemente biologice și chimice ale procesului.

În etapa de *extindere*, elevii vor aplica cunoștințele dobândite prin rezolvarea unui quiz interactiv sau prin sarcini aplicative, care vizează transferul cunoștințelor în contexte noi. Activitatea se încheie cu o discuție privind rolul resurselor digitale în facilitarea înțelegerii unui proces complex, invizibil ochiului liber.

Tabelul 1. Abordarea integrată Biologie–Chimie în studiul fotosintezei

Disciplina de studiu	Specific conținutului	Nivel de activitate	Competențe dezvoltate
Biologie	Structura cloroplastului; procesul fotosintezei	Analiza modelului 3D „Fotosinteza" din MozaWeb; utilizarea animației 3D „Clorofila"	Identificarea structurilor celulare implicate în fotosinteză și explicarea funcțiilor biologice
Chimie	Reacția de fotosinteză; tipuri de reacții chimice	Interpretarea ecuației chimice a fotosintezei și identificarea reactanților și a produselor	Explicarea reacțiilor chimice și a transformărilor energetice implicate în procesul fotosintezei

Evaluarea este concepută ca un proces continuu, care îmbină evaluarea formativă, realizată prin întrebări euristice, diverse sarcini de lucru, completarea unui quiz interactiv și evaluarea sumativă - elaborarea unei hărți conceptuale, având ca scop verificarea conceptelor biologice și chimice, și a capacității de realizare a conexiunilor interdisciplinare.

Tabelul 2. Evaluare și rezultate

Tip evaluare	Instrument	Criterii de succes
Formativă	Test (Quiz) MozaWeb	Identificarea corectă a reactanților și structurilor celulare.

Tip evaluare	Instrument	Criterii de succes
Formativă	Chestionare orală	Explicarea corelației dintre lumină și sinteza substanțelor organice.
Sumativă	Produs final (Hartă)	Claritatea conexiunilor interdisciplinare și corectitudinea științifică.

Rezultate observate:

- Dezvoltarea unei gândiri sistemice prin corelarea fenomenelor vizibile cu mecanismele moleculare;
- Creșterea motivației elevilor prin utilizarea vizualizărilor dinamice 3D;
- Formarea competențelor de investigație științifică și utilizarea corectă a limbajului chimic.

Analiza resurselor digitale oferite de MozaWeb evidențiază potențialul semnificativ al acestora în facilitarea predării integrate a conceptelor de biologie și chimie. În primul rând, animațiile 3D dedicate procesului de fotosinteză (inclusiv varianta pentru nivel începător) permit vizualizarea etapelor complexe ale procesului, contribuind la înțelegerea mecanismelor biologice și chimice implicate. Diferențierea pe niveluri de dificultate susține adaptarea procesului de predare a particularităților elevilor, facilitând învățarea diferențiată. În al doilea rând, animația 3D „Clorofila" oferă o perspectivă detaliată asupra structurilor moleculare și rolului chimic al pigmentului, facilitând corelarea dintre structura chimică și funcția biologică. Această contribuie la dezvoltarea unei abordări interdisciplinare autentice.

Lecția digitală „Fotosinteza și nutriția plantelor" integrează conținuturi teoretice și vizuale într-un cadru coerent, susținând organizarea logică a învățării și facilitând conexiunile dintre concepte. În același timp, utilizarea quiz-ului interactiv permite realizarea unei evaluări formative eficiente, prin oferirea feedback-ului imediat și monitorizarea progresului elevilor. În ansamblu, aceste resurse contribuie la:

- facilitarea învățării prin vizualizare și simulare;
- dezvoltarea gândirii sistemice și interdisciplinare;
- creșterea motivației și implicarea elevilor;
- susținerea învățării diferențiate;
- facilitarea procesului de evaluare formativă.

În concluzie, abordarea integrată a conceptelor biologice și chimice, susținută de utilizarea resurselor digitale interactive, facilitează înțelegerea profundă a fenomenelor studiate și contribuie la formarea unei perspective unitare asupra cunoașterii științifice. În acest context, integrarea resurselor digitale din MozaWeb transformă lecția tradițională într-un demers interdisciplinar autentic, în care elevii nu doar observă procesele, ci le analizează, le modelează și le explică din perspective multiple, dezvoltând competențe esențiale pentru secolul XXI, colaborarea, alfabetizarea precum și gândirea critică.

BIBLIOGRAFIE

1. BÎRGĂOANU, C. și M. NOVAC (coord.). Creativitate și inovație în era digitală . Iași: „Spiru Haret", Casa Corpului Didactic „Spiru Haret" Iași, 2025, pp. 17–20. ISBN 978-973-579-419-4. Disponibil: https://ccdis.ro/images/Editura/Creativitate si_inovatie_2025_site.pdf [accesat 2026-03-20].
2. ISTRATE, O.; C. MIRONOV și A. POPOVICI. Utilizarea tehnologiei în educația STEM. O cercetare empirică. Revista de Pedagogie. 2019, nr. 1, pp. 73–91. DOI:https://doi.org/10.26755/RevPed/2019.1/73. ISSN 0034-8678.
3. MAYER, R. E. Învățare multimedia. Ediția a 2-a. Cambridge: Cambridge University Press, 2009, pp. 85–86, 87–89, 95–97. ISBN 978-0521735354.
4. MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII. Curriculum Național. Biologie. Clasele VI–IX . Chișinău, 2019.
5. MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII. Curriculum Național. Chimie. Clasele VII–IX . Chișinău, 2019.
6. EDUCAȚIA MOZAIK. mozaWeb – platformă educațională interactivă pentru predare și învățare . Disponibil: https://www.mozaweb.com [accesat 2026-03-20].
7. REDECKER, Ch. Cadrul european pentru competența digitală a educatorilor: DigCompEdu . Luxemburg: Oficiul pentru Publicații al Uniunii Europene, 2017, pp. 5–8, 16–20, 24–27.ISBN 978-92-79-73494-6.
8. UNESCO. Cadrul de competențe TIC pentru profesori. Paris: UNESCO, 2018, pp.7-9, 24-27.ISBN 978-92-3-100330-8.

PROIECTELE: ABORDĂRI INTERDISCIPLINARE
PROJECTS – INTERDISCIPLINARY APPROACHES

Cristina-Amalia DUMITRAȘ, dr.,
Colegiul Tehnic „Lațcu Vodă" din Siret,
Centrul Județean de Excelență Suceava

Cristina-Amalia DUMITRAȘ, PhD,
Technical College "Lațcu Voda" from Siret,
Suceava County Center of Excellence
ORCID: 0009-0007-9245-8121
e-mail: hutanu_amalia@yahoo.com

CZU: 37.02:54+004.9
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p173-178

Abstract. The interdisciplinary project carried out by students themselves under the guidance of the teacher or a team of experts alongside the teacher is an alternative teaching-learning method accepted by students, perceived as more accessible and enjoyable than classical learning. Projects in the fields of chemistry, biology, medicine, pharmacology, statistics, computer science can increase students' motivation for school and research. An example of a completed project is the project entitled „Chemistry and Happiness". The goal of the project was to facilitate the student's understanding of the role that various chemical substances, chemical and biochemical processes have in everyday life, both for the development of humanity and health, and for their happiness. The students studied the structures of some amino acids and their isomers through computational modeling using the specialized program Avogadro 1.2, acquired skills in assessing health status by studying: normal and pathological values for some medical parameters, ways to improve health status, and correlations between nutritional supplements, happiness hormones, and sports.

Keywords: chemistry, computational, happiness, tryptophan, interdisciplinary

Introducere

Elevii sunt atrași de tot felul de proiecte în care eventual să facă un proiect care constă într-un referat copiat de pe internet sau acum, la modă, făcut cu IA. Inteligența artificială este fantastică în multe domenii și în procesul de predare-învățare poate fi folosită cu succes, dar nu pentru copierea temelor acasă sau realizarea unor referate eventual fără ca elevul să le citească.

Proiectul interdisciplinar realizat chiar de elevi sub îndrumarea profesorului sau a unei echipe de experți alături de profesor este o metodă alternativă de predare-învățare agreată de elevi, percepută ca fiind mai accesibilă și mai plăcută decât învățarea clasică. Proiecte din domeniul chimiei, biologiei, medicinei, farmacologiei, statisticii, informaticii pot duce la creșterea motivației elevilor pentru școală și pentru cercetare. Acestea contribuie la dezvoltarea unui comportament responsabil și asigură elevului o dezvoltare firească corespunzătoare. Scopul proiectului cu titlul „Chimia

și fericirea" este să faciliteze elevului înțelegerea rolului pe care îl au diferite substanțe chimice, procese chimice și biochimice în viața de zi cu zi, atât pentru dezvoltarea umanității și sănătatea, cât și pentru fericirea lui. În cadrul acestui proiect, elevii au dobândit competențe privind evaluarea stării de sănătate prin studiul valorilor normale și a celor patologice în cazul unor parametri medicali, modalităților de îmbunătățire a stării de sănătate și a unor corelații dintre suplimentele nutritive, de exemplu, hormonii fericirii și sportul.

Rezultate și discuții

Modelare computațională

Pentru a explica structurile moleculare ale triptofanului și o serie de proprietăți specifice ale celor doi izomeri optici, eleviii au creat modele moleculare folosind software specializat Avogadro 1.2. După optimizarea geometriei au obținut structuri spațiale, precum și parametrii fizico-chimici ai acestora, cum ar fi conținutul în starea fundamentală [1, 2]. Optimizarea geometriei moleculare folosind programul Avogadro 1.2. (gri închis – carbon, gri deschis – hidrogen, roșu – oxigen, albastru – azot, galben – sulf, portocaliu – fosfor). Cu ajutorul programului Avogadro 1.2, au fost măsurate următoarele: Proprietățile moleculei; Proprietățile atomului;

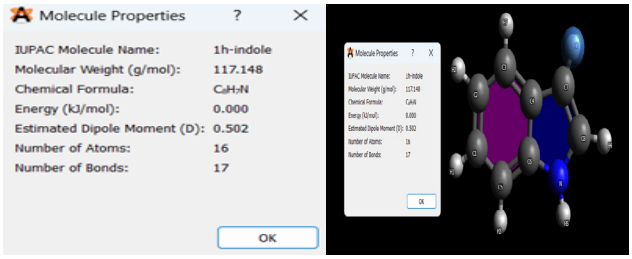


Figura 1. 1h-indol. Proprietăți moleculare. Avogadro 1.2.

În mod similar, ai fost studiate proprietățile triptofanului, ale 5-hidrixi triptofanului, dar și a serotoninei, inclusiv în asociere cu estradiol sau testosteron pentru a observa eventualele diferențe între acțiunea serotoninei la bărbați și la femei.

Tabelul 1. Valorile lungimilor legăturilor chimice dintre atomii moleculei de L – Triptofan. Avogadro 1.2.

Bond Properties

	Type	Start Atom	End Atom	Bond Order	Rotatable	Length (Å)
Bond 1	H-N	H11	N1	1	No	1.016
Bond 2	C-O	C2	O1	2	No	1.23101
Bond 3	O-C	O2	C2	1	No	1.351
Bond 4	H-O	H12	O2	1	No	1.064
Bond 5	N-H	N1	H9	1	No	1.01668
Bond 6	C-C	C1	C3	1	Yes	1.53617
Bond 7	C-H	C1	H10	1	No	1.09674
Bond 8	C-C	C3	C4	1	No	1.50053
Bond 9	C-C	C4	C5	2	No	1.38168
Bond 10	C-C	C4	C7	1	No	1.43218
Bond 11	C-N	C5	N2	1	No	1.36934
Bond 12	N-H	N2	H3	1	No	1.0106
Bond 13	N-C	N2	C6	1	No	1.37494
Bond 14	C-C	C6	C7	1	No	1.39477

Bond 14	C-C	C6	C7	1	No	1.39477
Bond 15	C-C	C6	C11	2	No	1.40025
Bond 16	C-C	C7	C8	2	No	1.40996
Bond 17	C-C	C8	C9	1	No	1.39949
Bond 18	C-C	C9	C10	2	No	1.39254
Bond 19	C-C	C10	C11	1	No	1.39807
Bond 20	H-C	H6	C10	1	No	1.08766
Bond 21	H-C	H5	C9	1	No	1.08741
Bond 22	H-C	H7	C11	1	No	1.08496
Bond 23	C-H	C8	H4	1	No	1.0878
Bond 24	H-C	H2	C3	1	No	1.09797
Bond 25	C-H	C3	H1	1	No	1.09826
Bond 26	C-H	C5	H8	1	No	1.0825
Bond 27	C-C	C1	C2	1	No	1.53822
Bond 28	C-N	C1	N1	1	No	1.46357

Proprietățile legăturilor (Ordinea legăturilor, RotaTable, Lungime); Proprietăți unghiulare (Unghi); Proprietăți torsionale (Torsiune) [2.3]. Astfel, s-a constatat că prin crearea și studierea diferitelor asociații moleculare, optimizate conform standardelor, proprietățile lungimilor și unghiurilor de legătură se modifică, ceea ce duce, probabil, la o modificare a proprietăților biologice ale compușilor studiați.

Tabelul 2. Valorile selective ale unor unghiuri dintre atomii moleculei de L - Triptofan

Angle Properties

	Type	Start Atom	Vertex	End Atom	Angle (°)
Angle 1	HNH	H9	N1	H11	118.8970
Angle 2	CNH	C1	N1	H11	107.0571
Angle 3	CNH	C1	N1	H9	107.0537
Angle 4	CCH	C3	C1	H10	111.6650
Angle 5	CCC	C2	C1	C3	111.5127
Angle 6	NCC	N1	C1	C3	110.8569
Angle 7	CCH	C2	C1	H10	107.5911
Angle 8	NCH	N1	C1	H10	108.6995
Angle 9	NCC	N1	C1	C2	106.2976
Angle 10	OCO	O1	C2	O2	120.0000
Angle 11	CCO	C1	C2	O1	120.0000
Angle 12	CCO	C1	C2	O2	120.0000
Angle 13	CCC	C1	C3	C4	113.6720
Angle 14	CCH	C1	C3	H2	110.0591
Angle 15	CCH	C1	C3	H1	110.0196
Angle 16	HCC	H2	C3	C4	107.7038
Angle 17	HCC	H1	C3	C4	109.4008
Angle 18	HCH	H1	C3	H2	105.6529
Angle 19	CCC	C3	C4	C5	126.8136
Angle 20	CCC	C3	C4	C7	126.3550
Angle 21	CCC	C5	C4	C7	106.8216
Angle 22	CCN	C4	C5	N2	108.3422

Utilizarea programului Avogadro 1.2. în studiul izomeriei optice

Programul Avogadro 1.2 a fost utilizat în studiul izomeriei optice la nivelul claselor de științe ale naturii, dar, mai ales, în cadrul Centrului Județean de Excelență Suceava. Au fost modelați diferiți compuși simpli pentru înțelegerea aranjamentelor spațiale ale moleculelor alături de modelarea clasică utilizând bile și tije. Pentru performanță am modelat cu Avogadro 1.2 împreună cu elevii. Cu ajutorul metodelor computaționale am studiat denumirile IUPAC ale substanțelor, diferiți parametri fizico-chimici ai izomerilor optici și am inversat chiralitatea moleculelor optic active.

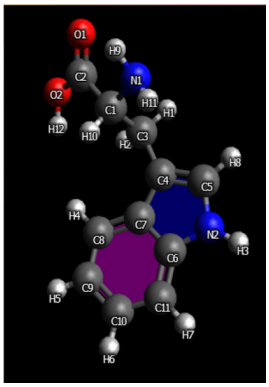
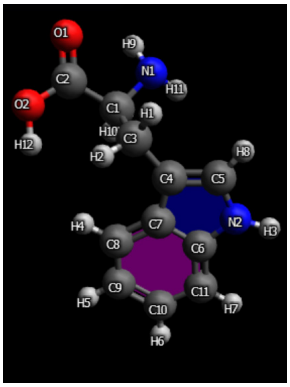
a)  b) 

Figura 2. Proprietăți și denumire IUPAC:
a). (2r) acid 2-amino-3-(1h-indol-3-il) propanoic (R – Triptofan);
b). (2s) acid-2-amino-3-(1h-indol-3-il) propanoic (S – Triptofan).
Modelare moleculară Avogadro 1.2.

Rezultatele sondajului

Proiectul privind fericirea a fost realizat în cadrul opționalului „Chimia fericirii". Participanți la elaborarea modelărilor computaționale sau a sondajului, a interpretării datelor, au fost elevii din clasa a XI-a, științe ale naturii și din clasa a XII-a matematică-informatică, elevi care au ales acest opțional. Am realizat împreună cu aceștia un sondaj privind fericirea fiecăruia. După ce au completat sondajul alături de colegii din alte clase, au studiat mecanismului de generare al fericirii. Toți au fost încântați de realizarea sondajului. Alături de cei pricepuți la chimie, s-au implicat foarte mult și cei cu înclinația spre biologie, informatică sau psihologie. În cele ce urmează voi exemplifica câteva întrebări alături de rezultatele obținute [1,4].

Tabelul 3. Cum ți-ai dat seama că ești fericit(ă)? Exemple de răspunsuri

Cum ți-ai dat seama că ești fericit(ă)?
Zâmbesc mai mult
Mă simt liniștit(ă)
Zâmbesc mai mult
Zâmbesc mai mult
Sunt plin(ă) de energie
Râd ușor
Mă simt liniștit(ă)
Râd ușor
Mă simt liniștit(ă)
Sunt plin(ă) de energie
Mă simt liniștit(ă)
Zâmbesc mai mult
Zâmbesc mai mult

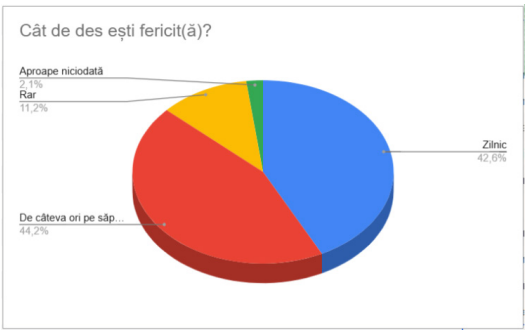


Figura 3. Frecvența fericirii fiecărui elev

Din diagramă se observă că elevii sunt fericiți în proporție de 87%. Din păcate, 2% sunt nefericiți. Aici poate ar trebui o colaborare mai stânsă cu familia sau cu consilierul școlar.

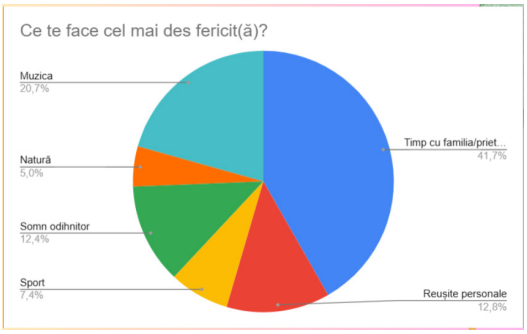


Figura 4. Ce ne face cel mai des fericiți

Pornind de la răspunsurile lor, am încercat să explicăm științific ce se întâmplă în fiecare caz. De exemplu, peste 40% dintre elevi consideră că timpul cu familia îi face cel mai des fericiți. Am făcut legătura cu biología, în timpul petrecut cu familia oxitocina având un rol important. Astfel, am studiat acțiunea biologică a oxitocinei dar și formule chimice. A fost provocată curiozitatea și nu li s-a mai părut așa greu.

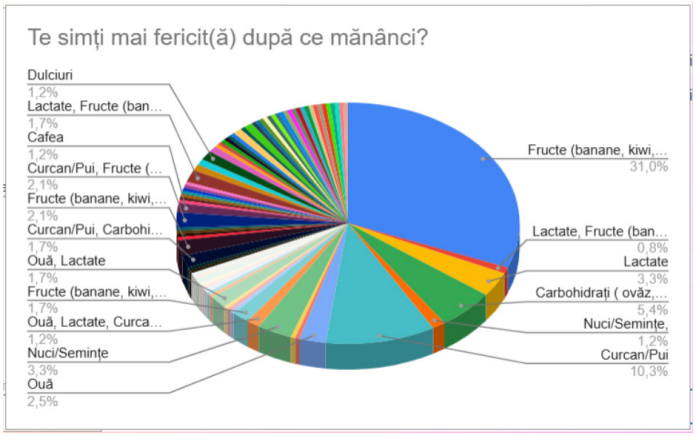


Figura 5. Alimente care produc fericire

În ordinea preferințelor, elevii au studiat ce conține fiecare aliment și care este motivul producerii fericirii. Au descoperit că bananele conțin triptofan, care este un aminoacid benefic pentru starea psihică. Triptofanul se transformă în 5-hidroxitriptofan și apoi în serotonină, hormonul fericirii [5]. S-a făcut iar legătura cu lecțiile de chimie, aminoacizi, hormoni.

Concluzii. Studenții au aprofundat noi noțiuni privind structura compușilor organici, au creat structuri ale unor aminoacizi, descoperind lumea fascinantă a chimiei computaționale într-un mod inedit și mult mai plăcut decât dacă ar fi utilizat metode clasice de predare-învățare-evaluare. Au aprofundat noțiuni de la chimie și biologie. Au dobândit competențe digitale, au învățat să facă grafice, să le interpreteze și nu în ultimul rând au privit chimia cu alți ochi, chimia fericirii.

BIBLIOGRAFIE

1. BERRIDGE, K. C.; KRINGELBACH, M.L. Pleasure systems in the brain, Neuron, nr. 86(3), pp. 646–664, 2015, doi: 10.1016/j.neuron.2015.02.018
2. DUMITRAȘ, C.A.; HUȚANU, I.P.; MAIDANIUC, J.S. Utilizarea modelelor moleculare în studiul chimiei, CNIV, Ed. Universitatea din București, București, pp 206-2013, 2020.
3. HURLEY, T.J.; et al. Computational Chemistry for Materials Research: Applications to Drug Discovery and Materials Design, ACS Publications, 2021.
4. YOUNG, S.N. How to increase serotonin in the human brain without drugs, Journal of Psychiatry & Neuroscience, nr. 32(6), pp. 394–399, 2007 https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2077351/ accesat 03.2026
5. https://www.springfarma.com/blog/bananele-proprietati-reguli-de-consum-riscuri-si-contraindicatii.html?srsltid=AfmBOopZBq0Ab-NRRVWYRcexEYBqOOmsB-SpPSbl1qyNLyYA20LF6Rfvm/ accesat 03.2026

PROIECTELE STEM/STEAM CA METODĂ DE MOTIVARE A ELEVILOR ÎN CERCETARE

STEM/STEAM PROJECTS AS A METHOD OF MOTIVATING STUDENTS IN RESEARCH

Alexandra MATROI, profesoară de biologie,
IPCE „Kiril și Metodiu" din Chișinău

Alexandra MATROI, biology teacher,
IPCE „Kiril and Methodii" in Chisinau
ORCID: 0000-0003-3803-9536
e-mail: alexen9516@gmail.com

CZU: 37.022
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p179-184

Abstract. The contemporary educational system emphasizes the development, integration and implementation of digital skills in active-participatory methods such as: investigation, critical and creative thinking, problematization and algorithmization. All these methods are applied to motivate students to establish the connection between the knowledge acquired in various school subjects and their practical application in everyday life. Educational projects that respond to the needs and necessities of contemporary education are STEM/STEAM projects, because they represent a modern method of organizing the teaching and learning process, which integrates science, technology, engineering, arts and mathematics in an inter- and transdisciplinary way between various disciplinary areas, thus favoring the strengthening of team spirit in working groups. By actively involving students in various activities of investigation, research, experimentation, discovery and their implementation in practical projects, an enormous stimulation is exerted for the discovery of various phenomena in the surrounding world. This approach to studying the material, within lessons in various disciplinary areas, contributes to increasing motivation for learning through research and developing scientific skills, which will form a well-developed multifaceted personality in the future.

Keywords: education, motivation, research, STEM/STEAM projects, critical thinking.

Introducere

Această lucrare se bazează pe studierea integrării proiectelor STEAM, care încorporează diverse arii precum: știința, tehnologia, ingineria, arta și matematica pentru a spori motivația elevilor pentru cercetare. Unul dintre obiectivele principale al studiului este de a analiza impactul acestor proiecte asupra interesului elevilor pentru cercetarea științifică și a abilităților lor de aplicare a gândirii critice pentru rezolvarea diverselor situații problemă.

Conform cercetărilor din domeniul didacticii științelor, educația STEM presupune „integrarea disciplinelor științifice într-un proces educațional orientat spre rezolvarea problemelor reale și dezvoltarea competențelor de cercetare ale elevilor" [4, 86]. Tema inițială pe care o abordează sistemul educațional contemporan este lip-

sa motivației elevilor pentru investigația științifică, ceea ce ne determină ca profesori spre introducerea unor metode și tehnici mai moderne în procesul educațional.

Scopul cercetării rezidă în evidențierea în urma aplicării proiectelor STEM/ STEAM că legătura inter și transdisciplinară între obiectele de studiu înrudite are o importanță deosebită, contribuind la motivarea elevilor spre cercetare și dezvoltarea unei societăți bazate pe cunoaștere. Necesitatea studierii acestei teme provine din cerințele educaționale moderne, care pun accent pe dezvoltarea creativității și a abilităților inovatoare la tineri. Într-o lume în rapidă schimbare, în care progresele științifice și inovațiile tehnologice joacă un rol cheie, este necesar să se găsească metode eficiente pentru motivarea elevilor spre învățare și cunoaștere.

Procesul de învățământ reprezintă o activitate complexă, intenționată, programată, organizată și conștientă de predare și învățare. Funcția centrală a procesului de învățământ este cea care asigură formarea și dezvoltarea personalității elevului prin intermediul instruirii, în vederea integrării acestuia în societate. Funcțiile principale ale instruirii asigură pregătirea complexă a elevului din punct de vedere cultural, civic și socio-profesional [2, 125].

Astfel, pentru a realiza un proces de instruire eficient elevul are nevoie de crearea unor condiții optimale, care ar stimula un învățământ activ-participativ, acest fapt poate fi realizat cu ajutorul sistemului motivațional în instruire, stabilind impactul acestuia asupra procesului educațional. Aceasta, de asemenea, se datorează metodelor aplicate de către profesor pentru a trezi interesul și a motiva elevul să studieze și să capete cunoștințele necesare pentru autorealizare [4, 119].

De mulți ani se consideră că premisa de bază a motivației elevilor spre cercetare constă în dezvoltarea capacităților de gândire și învățare a elevilor. Aceste două metode motivaționale sunt procese care implică schimbul de informație dintre profesor și elev, în funcție de scopurile propuse de ambele părți. De aici rezultă că gândirea reprezintă un efort complex ce depinde de conexiunea stabilită dintre el și profesor.

Teoriile legate de natura inteligenței susțin că procesele de gândire și învățare au loc mai bine într-un mediu al clasei stimulativ, ineractiv, activizant, motivant, dinamic. După Cerghit „Este necesar faptul ca mecanismele motivației să se subordoneze mecanismelor gândirii și să se asocieze efortului rațiunii".

Cercetările asupra creierului dovedesc că un mediu de învățare interactiv în care elevii și profesorul interacționează complex este esențial pentru procesul de gândire și învățare. A fost stabilită legătura reciprocă dintre motivație și gândire, astfel pentru stimularea motivației elevilor este necesară dezvoltarea capacităților acestora de a se implica într-o gândire complexă și o învățare inteligibilă. Iar pentru a stimula elevii să-și folosească la maxim capacitățile de gândire ei trebuie asigurați cu un climat favorabil dintre încurajare și provocare pentru posedarea noilor cunoștințe.

Sistemul de învățământ centrat pe elev pune accentul pe construirea cunoștințelor personale ale elevului în care el devine subiect activ al unui proces ghidat de propriile sale nevoi educaționale, pe când activitatea în stil tradițional consideră elevul un simplu receptor pasiv al informației gata pregătite. Pentru a menține elevul drept subiect activ în procesul de învățământ, el trebuie să fie motivat de către pro-

fesor. Motivația reprezintă un concept-ancoră în toate teoriile învățării și desemnează aspectul energetic dinamic al comportamentului uman în vederea atingerii unui scop. Motivația reprezintă unul dintre pilonii de bază în procesul de responsabilizare și de autoinstruire al elevului.

Integrarea conceptelor STEM/STEAM în sistemul educațional

O mare importanță în motivația elevilor o constituie metodele și legăturile inter și transdisciplinare care contribuie la asimilarea mai profundă a cunoștințelor și la conștientizarea anumitor momente, deoarece are loc legătura indispensabilă între diferite obiecte de studiu.

În sistemul educațional contemporan a apărut necesitatea de a stabili corelația între conținuturile diverselor discipline. Nevoia studiului disciplinelor ciclurilor gimnazial și liceal a avut drept scop de a crea un complex unic de cunoștințe, formând premise pentru stabilirea interconexiunii științelor numită interdisciplinaritate.

Procesul de instruire cu caracter inter și transdisciplinar presupune intersectarea diferitor arii disciplinare, în urma căreia iau naștere obiectele noi de studiu, precum ar fi: biochimia, biogeografia, biofizica etc. Principalele concepte care au stat la baza apariției proiectelor educaționale STEM/STEAM sunt:

Monodisciplinaritatea care este centrată pe obiectele de studiu independente, adică pe specificitatea acestora.

Pluridisciplinaritatea, numită de asemenea și multidisciplinaritate constă în interpătrunderea disciplinelor prin alăturarea anumitelor elemente ale diverselor materii, evidențiind aspectele lor comune. Ea este bazată pe o temă sau problemă care aparține unui anumit domeniu și este supusă analizei din perspectiva mai multor discipline, care se mențin ca structură, și rămân independente unele în raport cu celelalte. E o corelare a demersurilor mai multor discipline în vederea clarificării unei probleme.

Interdisciplinaritatea presupune o intersectare a diferitor arii disciplinare, care aparțin aceluiași obiect de studiu, iar în urma acestor intersectări iau naștere discipline noi. În abordarea interdisciplinară încep să dispară limitele stricte dintre discipline și se caută subiectele comune dintre diverse obiecte de studiu. Din acest fapt rezultă că eficacitatea învățării și a însușirii materialului de către elevi va fi la un grad mai înalt.

Transdisciplinaritatea este privită ca o formă superioară a interdisciplinarității și reprezintă fuziunea dintre diverse obiecte de studiu, aceasta duce la lărgirea câmpului de investigații. Ea presupune apariția concepțiilor educaționale universale [6, 215].

Realitatea educațională contemporană este caracterizată printr-o dezvoltare rapidă a tehnologiei ceea ce contribuie la creșterea continuă a rolului științei în viața cotidiană. În acest context, sistemele educaționale s-au învățat să adapteze metodele de predare astfel încât elevii să dobândească nu doar cunoștințe teoretice, dar și să transforme aceste cunoștințe în practică prin analiză, cercetare și investigare. Acest

tip de educație promovează legătura dintre diverse discipline contribuind la rezolvarea problemelor reale prin aplicarea metodelor precum este problematizarea și algoritmizarea.

Inițial proiectele STEM includeau doar științele reale, iar ulterior, conceptul a fost extins prin introducerea componentei artistice, formând astfel modelul educațional STEAM. Integrarea artelor în educația STEM permite dezvoltarea creativității și a gândirii inovatoare. În cadrul acestei abordări, elevii sunt încurajați să experimenteze, să investigheze și să realizeze proiecte interdisciplinare, ceea ce contribuie la dezvoltarea interesului pentru științele naturii și pentru cercetare.

Astfel, pentru a satisface cerințele sistemului educațional contemporan, este nevoie de a implementa conceptele educaționale prin care se identifică trei obiective de bază:

a. Evidențierea rolului metodelor activ-participative în dezvoltarea gândirii critice al elevilor;
b. Identificarea disciplinelor școlare înrudite cu biologia în cadrul cărora au loc legăturile inter- și transdisciplinare pentru aplicarea proiectelor STEAM;
c. Demonstrarea că instruirea prin proiectele STEM/STEAM contribuie la aprofundarea materialului studiat în cadrul diverselor discipline.

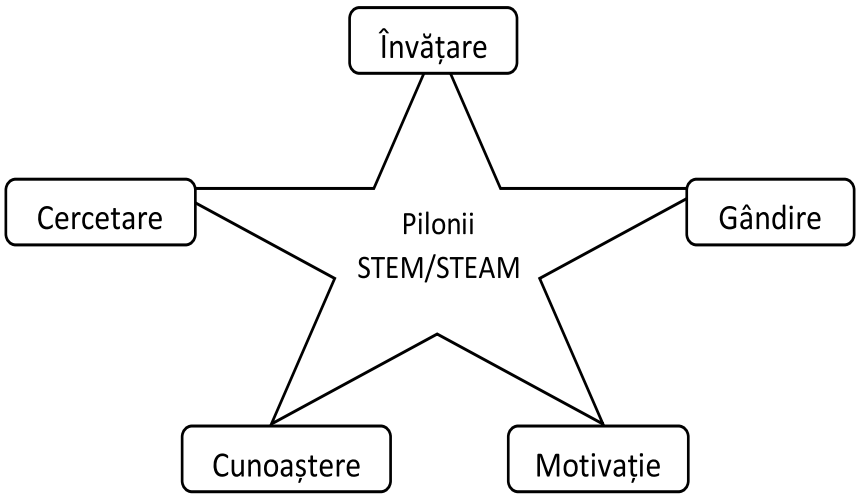


Figura 1. Pilonii integrării proiectelor STEM/STEAM în procesul educațional

Metodele activ-participative propuse de căte profesor în diverse proiecte educaționale de cercetare reprezintă modalitatea de acțiune a profesorului asupra elevilor în vederea consolidării spiritului de echipă, care are drept scop cooperarea și colaborarea dintre elevi. Această cooperare se bazează pe schimbul reciproc de informații, finalizând cu formarea priceperilor și deprinderilor necesare elevilor pentru integrarea în societate, dar de asemenea se vor dezvolta capacitățile, și aptitudinile de cunoaștere, și de învățare în vederea formării culturii generale, profesionale, și de specialitate.

Datorită proiectelor STEM/STEAM, elevii sunt plasați într-o situație problematizată mai mult sau mai puțin dirijată de profesor, ceea ce contribuie la stimularea pentru găsirea soluției optime, prin rezolvarea sarcinilor sau a problemelor apărute, acest fapt contribuie la formarea personalității. Iar pentru o eficiență mai mare a acestui proces colaborarea dintre profesor și elev trebuie să fie productivă.

Implementarea proiectelor inter- și transdisciplinare până la evoluția în proiecte STEM/STEAM

Principiul interdisciplinarității și transdisciplinarității a fost implementat în clasele a 5-a în cadrul orelor de științe, la tema „Coloranții naturali", istorie, la temele „Mesopotamia", „India" și „China" și geografie: „Mineralele". La fiecare disciplină din perspectiva ariei curriculare au fost explicați termenii de coloranți și coloranți naturali, elevii au studiat sursele de dobândire a coloranților și au văzut pe exemple concrete cum se produceau și se utilizau coloranții. La finalul investigațiilor interdisciplinare a fost realizată expoziția lucrărilor confecționate de către elevi. Elevii au avut o motivație enormă prin faptul că au putut să realizeze primele cercetări individuale, să demonstreze creativitatea și spiritul gândirii critice prin intermediul diferitor metode activ-participative în cadrul lecțiilor, astfel s-au integrat foarte activ în procesul de cunoaștere, contribuind la formarea unei personalități multilateral dezvoltate.

Următoarele clase la care s-a aplicat acest concept, a fost paralela claselor a 8-a. Unde s-a identificat intersecția disciplinelor: biologie, matematică și limba și literatura rusă. Elevii au depus un efort major în perioada lunilor octombrie și noiembrie, pentru a identifica legătura dintre aceste discipline prin șirul lui Fibonacci, dezvoltând gândirea critică și creativă. Astfel pe parcursul perioadei de cercetare elevii au studiat la lecțiile de matematică numărul „phi" și domeniile de utilizare în arhitectură, la lecțiile de biologie a fost identificat acest șir în diverse organisme vii de origine vegetală și animală, iar în cadrul orelor de limbă și literatură au fost studiate mai multe opere, și au fost stabilită proporția „numărului de aur".

În prezent, elevii s-au obișnuit cu tehnologia și este mai dificil să fie stimulați prin metode tradiționale spre învățare, dar s-a observat o creștere a motivației elevilor atunci când pe lângă scop văd și un rezultat al efortului depus, prin toate investigațiile și efortul depus.

Primul proiect STEAM a fost realizat cu clasele a 11-a, unde în cadrul orelor de biologie se studiază anatomia corpului uman.

Scopul proiectului: Explorarea principiilor raportului de aur și ale secvenței lui Fibonacci în structura corpului uman și demonstrarea legăturii lor cu idealurile de armonie reflectate în desenul „Omul Vitruvian" al lui Leonardo da Vinci.

Elevii au fost împărțiți în 4 grupuri:

Grupul Matematica – elevii au definit secvența lui Fibonacci și raportul de aur, stabilind corelația dintre acestea. Iar pe parcursul realizării investigațiilor și cercetărilor au comparat datele oferite de biologi cu raportul de aur (1,618).

Grupul Biologia – elevii au prezentat proporțiile corpului uman, realizând diverse măsurări și încadrându-le în tabel.

Grupul Tehnologie și Inginerie – elevii au preluat datele din tabelele propuse de Biologi și au calculat rapoartele corpului, au comparat aceste date cu proporțiile ”Omului Vitruvian”, au prezentat rezultatele sub formă de diagrame. De asemenea au creat modele 3d prin aplicație pentru a prezenta datele din tabel în format vizibil.

Grupul Artă și Istorie – elevii au realizat analiza simbolică a cercului și pătratului, identificând armonia ideală a încadrării proporțiilor umane în aceste două figuri. Iar la finalul cercetărilor au prezentat rezultatele cercetărilor printr-o expoziție în holul liceului.

Încadrearea în sistemul educațional a metodologiei de cercetare permite încorporarea atât a metodelor calitative, cât și a celor cantitative, permițând o înțelegere mai cuprinzătoare a impactului proiectelor STEAM asupra motivației elevilor. Dorința discipolilor de a ajunge la un rezultat practic a contribuit la faptul formării grupelor de lucru în care se concentrează elevii care participă la diverse inițiative STEAM, precum și pe instituțiile de învățământ care implementează astfel de proiecte.

Concluzii. Proiectele STEM/STEAM reprezintă o metodă modernă și eficientă de organizare a procesului educațional. Prin integrarea conceptului de inter și transdisciplinaritate și prin utilizarea activităților experimentale, se contribuie la dezvoltarea competențelor necesare societății contemporane. Implicarea elevilor în activități de cercetare stimulează dezvoltarea, gândirii critice și creative în rezolvarea problemelor.

BIBLIOGRAFIE

1. BOCANCEA V., CAZACIOC N., PLACINTA D., JECHIU E. Abordarea STEAM în educație la disciplinile de studiu Fizică, Chimie, Biologie, Geografie, ghid metodic, Chișinău, 2022. ISBN 978-9975-46-682-0.
2. BONTAȘ I., „Tratat de pedagogie”, ediția a VI-a revăzută și adăugită, editura ALL, 2001. ISBN: 978-973-571-738-4.
3. CAZACIOC N. Rolul educației STEAM în formarea competențelor profesionale în domeniul Științe ale Naturii, conferința științifico-practică internațională ”Instruirea prin cercetare pentru o societate prosperă”, ediția a 12-a, 2025. ISBN 978-9975-48-245-5.
4. CERGHIT I. Sisteme de instruire alternative și complementare. Polirom, 2008. ISBN: 973-85939-4-8.
5. CHIRIAC E., CHIRIAC L., ”Aspecte de iterdisciplinaritate în predarea biologiei. Materialele conferinței republicane a cadrelor didactice”, volumul II, Științe ale naturii, Chișinău, UST, 2018. ISBN: 978-9975-76-230-4
6. COROPCEANU E., NEDBALIUC R., NEDBALIUC B. Motivarea pentru instruire: Biologie și chimie. Chișinău, „Elena V.I.” 2011, SRL. ISBN: 978-9975-76-308-0.

НАУЧНОЕ МЫШЛЕНИЕ НА УРОКАХ БИОЛОГИИ
GÂNDIREA ȘTIINȚIFICĂ LA ORELE DE BIOLOGIE
SCIENTIFIC THINKING IN BIOLOGY CLASSES

Olga BULAT, dr.,
Instututul de Fiziologie şi Sanocreatologie al USM

Olga BULAT, PhD,
Institute of Physiology and Sanocreatology, USM
ORCID: 0000-0002-9667-6747
e-mail: bulat.olga.1982@gmail.com

CZU: 37.016:57
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p185-189

Abstract. This article presents theoretical and methodological aspects of developing students' scientific thinking while studying biology. Scientific thinking is defined as a fundamental cognitive process based on the application of research principles to verify knowledge and solve problems. An analysis of the transformation of the educational paradigm is provided: a transition from the passive transmission of existing knowledge to a model of active research that stimulates intellectual development and curiosity. A set of empirical methods integrated into the educational process is described in detail: observation, description, comparison, experimentation, and measurement. Particular attention is paid to the structure of developing research competencies, which includes a five-stage cycle—from posing a question and developing hypotheses to statistical data processing and reflecting on the results. It is substantiated that the introduction of a scientific approach to teaching biology promotes the development of critical analysis, skills in working with quantitative data, and an increase in general cultural literacy in natural sciences. Scientific thinking transforms the mastery of biological disciplines into a living process of cognition, ensuring the applicability of acquired competencies in real-life situations.

Keywords: scientific thinking, biology lessons, research methods, hypothesis, experiment.

Rezumat. În articol sunt prezinte aspectele teoretice şi metodologice ale dezvoltării gândirii ştiinţifice în studiul biologiei. Gândirea ştiinţifică este definită ca un proces cognitiv fundamental bazat pe aplicarea principiilor cercetării pentru verificarea cunoştinţelor şi rezolvarea problemelor. Este prezentată o analiză a transformării paradigmei educaţionale: o tranziţie de la transmiterea pasivă a cunoştinţelor existente la un model de cercetare activă care stimulează dezvoltarea intelectuală şi curiozitatea. Este descris în detaliu un set de metode empirice integrate în procesul educaţional: observarea, descrierea, compararea, experimentarea şi măsurarea. O atenţie deosebită este acordată structurii dezvoltării competenţelor de cercetare, inclusiv un ciclu format din cinci etape: de la formularea unei întrebări şi dezvoltarea ipotezei până la prelucrarea statistică a datelor şi reflecţia asupra rezultatelor. Se susţine că introducerea unei abordări ştiinţifice în predarea biologiei promovează dezvoltarea analizei critice, a abilităţilor de lucru cu date cantitative şi o creştere a alfabetizării culturale generale în ştiinţele naturii. Gândirea ştiinţifică transformă stăpânirea disciplinelor biologice într-un

proces viu de cunoaștere, asigurând aplicabilitatea competențelor dobândite în situații din viața reală.

Cuvinte-cheie: gândire științifică, lecția de biologie, metode de cercetare, ipoteză, experiment.

В образовательном процессе, мышление выступает не просто инструментом, а фундаментом, на котором строится осознанный выбор интеллектуальных стратегий и методов познания. Мышление – это сознательный когнитивный процесс, включающий анализ, синтез, решение задач, и критическую оценку, позволяющий оперировать ментальными представлениями [6]. В процессе обучения естественных дисциплин, в частности и на уроках биологии, важную роль играет научное мышление.

Научное мышление – это процесс применения научных методов и принципов, проведения исследований для обоснования своих теорий или содействия решению задач [4]. Исследования в области научного мышления выделили три компонента, необходимые для обоснованных образовательных мероприятий, способных стимулировать научное мышление: выделение знаний, которые необходимо усвоить, комплекс учебных мероприятий, соответствующих человеческому мышлению и обучению, оценка процесса. Ориентация научного образования на учителя как центральную и авторитетную фигуру со временем привела к впечатлению, что только он обладает правильными ответами на любую научную тему, являясь единственным носителем «научных истин», способным знать все ответы. Такой подход, строго связанный с традиционной научной программой, в которой центральное место занимает авторитетное, проводимое учителем обучение, не является наиболее подходящим. В то же время, хотя лучшие рекомендации в области научного образования предполагают более практический подход, основанный на исследовании, образ учителя как авторитета сохраняется [2].

Из научных методов, применяемых на уроках биологии, нужно отметить следующие:

Наблюдение – этот фундаментальный метод заключается в целенаправленном и систематическом восприятии биологических объектов или явлений с помощью органов чувств или вспомогательных приборов, таких как микроскопы и лупы. В учебном процессе наблюдение направлено на изучение внешних признаков организмов, их морфологии и поведения в естественной или искусственной среде без прямого вмешательства исследователя. Оно служит первичным источником эмпирических данных, позволяя выделить ключевые характеристики живой системы и заложить основу для постановки научных вопросов.

Описание – представляет собой процесс детальной фиксации выявленных свойств, признаков и состояний биологического объекта в знаковой системе: текстовой, графической или схематической. В биологии описание эво-

люционировало от простого перечисления внешних черт к использованию строго стандартизированной терминологии, что обеспечивает объективность и возможность воспроизведения данных другими исследователями. Этот этап превращает чувственное восприятие в научный факт, упорядочивая информацию о структуре и функциях живых организмов.

Сравнительный метод направлен на сопоставление признаков двух и более объектов для выявления их сходств и различий. В школьной биологии этот процесс позволяет учащимся находить общие биологические закономерности, классифицировать организмы по группам и устанавливать эволюционные связи. Сравнение критически важно для понимания биоразнообразия, так как оно помогает отличить адаптивные признаки от фундаментальных свойств вида и определить уникальные характеристики изучаемого организма.

Эксперимент является методом активного изучения биологических явлений в специально созданных и строго контролируемых условиях. Его главная цель – проверка научных гипотез через манипуляцию переменными, когда исследователь намеренно изменяет один фактор (например, освещенность или температуру), оставляя остальные условия неизменными. Наличие контрольной группы позволяет доказать причинно-следственную связь между воздействием и реакцией живой системы, что делает эксперимент наиболее доказательным методом познания.

Метод измерения заключается в получении точных количественных данных о параметрах биологического объекта, таких как линейные размеры, масса, объем, температура или частота процессов (например, дыхания). Использование измерительных инструментов переводит качественные наблюдения в числовую форму, что минимизирует субъективность исследователя. Именно измерение позволяет придать биологическому исследованию математическую точность и подготовить базу для статистической проверки полученных результатов.

Анализ полученных результатов представляет собой процесс логической обработки и интерпретации всех собранных данных для формулирования обоснованных выводов. На этом этапе происходит сопоставление полученных цифр и фактов с исходной гипотезой, выявление скрытых закономерностей и построение наглядных моделей в виде графиков или таблиц. Анализ позволяет синтезировать разрозненную информацию в единую научную картину, подтверждая успех исследования или указывая на необходимость постановки новых вопросов [1, 7]. Процесс формирования научного мышления проходит через пять ключевых этапов которые тесно связаны и отчасти повторяют научные методы:

Наблюдение и постановка вопроса: это способность замечать аномалии или закономерности в окружающем мире и формулировать на их основе проверяемые вопросы. Это отправная точка, где обыденное любопытство трансформируется в научную проблему.

Выдвижение гипотезы: построение теоретических предположений о причинно-следственных связях. На этом этапе учащийся учится соотносить имеющиеся знания с новыми фактами, создавая модель «если..., то...».

Экспериментирование и сбор данных: планирование и проведение исследования для проверки гипотезы. Важнейший навык здесь — контроль переменных (умение выделить один фактор и наблюдать за его влиянием, исключая другие).

Сбор и анализ данных: переход от конкретных цифр или наблюдений к логическим выводам. Этот этап включает поиск паттернов, работу с графиками и оценку того, подтверждают ли доказательства исходную гипотезу.

Формулирование выводов и рефлексия: подтвердилась ли гипотеза? Если нет – почему? Это самый важный этап, где происходит синтез новых знаний и понимание границ применимости теории. Синтез полученных знаний. Научное мышление считается сформированным, когда субъект готов изменить свою точку зрения (теорию) под давлением новых доказательств [3, 5, 8].

Экспериментирование, основанное на гипотезах, предлагает мощный метод развития научного мышления в преподавании биологии. Когда учащиеся получают возможность самостоятельно разрабатывать и оценивать свои исследования, они развивают более глубокие когнитивные и метакогнитивные навыки. Несмотря на логистические и учебные проблемы, долгосрочные преимущества – улучшение рассуждений, вовлеченность и научную грамотность – убедительно подтверждают целесообразность его интеграции в преподавание биологии [9].

Использование научного мышления на уроках биологии превращает сухую теорию в живой процесс исследования:

Развитие критического анализа: ученики перестают принимать факты на веру и учатся проверять информацию, отличать доказанную науку от лженаучных мифов.

Навык решения проблем: биология полна взаимосвязей. Научный подход учит видеть причинно-следственные связи: почему изменение одного звена в экосистеме ведет к гибели всей цепочки.

Практическая грамотность: формируется понимание того, как работает наше тело и природа. Это помогает принимать осознанные решения в вопросах здоровья, экологии и медицины.

Работа с данными: школьники учатся не просто смотреть на картинки, а анализировать графики, таблицы и результаты экспериментов, что пригодится в любой современной профессии.

Стимул к любопытству: вместо зубрежки параграфа дети ищут ответы на вопросы «как?» и «почему?», что делает предмет гораздо интереснее.

Заключение. Развитие научного мышления в образовательном процессе включает в себя действия, направленные на повышение интереса к миру природы, одновременно помогая осваивать эмпирические методы открытия, оценки, анализа и передачи этих знаний. Таким образом, использование научного

мышления на уроках биологии, превращает процесс обучения из простого запоминания фактов в активное исследование и закладывает фундамент естественнонаучной грамотности, позволяя применять знания в реальной жизни. А школьный курс биологии имеет существенный образовательный потенциал для выявления и решения проблем, возникающих при рассмотрении противоречий, известных из истории науки или в современной действительности.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. DIATA CRUZ, J. A.; LAGURA, R. T. Effects of Inquiry-Based Learning Methods on Students' Science Process Skills: A Systematic Literature Review. American Journal of Multidisciplinary Research and Innovation 2026, 5 (2), 1-8. https://doi.org/10.54536/ajmri.v5i2.6449.
2. GROZA (VERDEȘ), A. Dezvoltarea gândirii științifice în procesul educațional. In: Condiții pedagogice de optimizare a învățării în post criză pandemică prin prisma dezvoltării gândirii științifice, 18-22 iunie 2021. Chișinău: CEP UPS „I. Creangă", 2021, pp. 23-28. ISBN 978-9975-46-541-0. DOI: https://doi.org/10.46728/c.18-06-2021.
3. KOERBER, S.; et al. The development of scientific thinking in elementary school: a comprehensive inventory. Child Dev, nr. 86 (1), pp. 327-36. doi: 10.1111/cdev.12298.
4. KOSLOWSKI, B. Scientific reasoning: Explanation, confirmation bias, and scientific practice. Handbook of the psychology of science. Springer Publishing Company. 2013, nr. 15, pp. 151–192.
5. OZIE, A. P. The Levels of Inquiry Model of Science Teaching. J. Phys. Tchr. Educ. Online, 2011, nr. 6 (2), pp. 1-8.
6. PACHECO, RTV. What is thinking? Contemporary Psychology. 2024, nr. 12 (2), pp. 134-136.
7. PAKOMBWELE, A.; TSAKENI, M. The Teaching of Science Process Skills in Early Childhood Development Classrooms, Universal Journal of Educational Research, Vol. 10, No. 4, pp. 273-280, 2022. DOI: 10.13189/ujer.2022.10040.
8. PEDASTE, M.; et al. Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle, Educational Research Review, V. 14, 2015, pp. 47-61, ISSN 1747-938X, https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003.
9. SADUAKAS, A. Y.; IBADULLAYEVA, S. ZH. A.; AMANBAYEVA, M. B. Fostering critical thinking through hypothesis-driven experiments in secondary school biology. Bulletin of Toraighyrov University. Chemistry & Biology series. 2025, nr .2 pp. 82-88. DOI: 10.48081/NRTG9171

UTILIZAREA INTELIGENȚEI ARTIFICIALE ȘI A IMPRIMANTELOR 3D PENTRU O STUDIERE TRANSDISCIPLINARĂ A BIOLOGIEI

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND 3D PRINTERS FOR TRANSDISCIPLINARY LEARNING IN BIOLOGY

Diana COȘCODAN, conf. univ., dr.,
UPS „Ion Creangă" din Chișinău

Lora MOȘANU-ȘUPAC, conf. univ., dr.,
UPS „Ion Creangă" din Chișinău

Diana KOSHKODAN, PhD, Associate Professor,
"Ion Creanga" SPU of Chisinau,
ORCID: 0000-0001-9099-056X
e-mail:coscodan.diana@upsc.md

Lora MOSHANU-SHUPAK, PhD, Associate Professor,
"Ion Creanga" SPU of Chisinau,
ORCID: 0000-0002-1401-5145
e-mail: mosanu-supac.lora@upsc.md

CZU:37.016:57+004.8
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p190-195

Abstract. The article presents models of STEAM project outputs developed in biology classes through the use of artificial intelligence and 3D printing technology. It describes project outcomes implemented in upper secondary biology education (grades 10–12). The 3D printer can be used to produce three-dimensional models of animal and plant tissues and organs.

Keywords: STEAM, project, artificial intelligence, 3D printing technology, biology.

În secolul XXI inteligența artificială (IA) capătă o prezență solidă în toate domeniile de economie și știință. Bioingineria, biologia moleculară, medicina sunt doar câteva ramuri ale științei în care tot mai larg este utilizată IA. Întrucât datele au crescut exponențial în ultimii ani, inteligența artificială în știință le permite cercetătorilor să dea sens unor cantități tot mai mari de informații, oferind perspective care nu ar fi fost posibile cu ajutorul metodelor tradiționale.

De asemenea, au existat progrese în domeniul inteligenței artificiale care au permis automatizarea sarcinilor de rutină, ceea ce a eliberat timpul oamenilor de știință pentru ca aceștia să se poată concentra asupra gândirii și creațiilor de nivel superior [5].

Tineretul studios folosește diverse instrumente ale IA la diferite etape ale procesului de învățământ. Tot mai des sunt discutate avantajele și dezavantajele utilizării IA de către elevi și studenți. Unul din dezavantajele serioase este crearea textelor științifice cu ajutorul chaturilor IA, compilarea răspunsurilor la evalurări sumative etc. Însă, este indiscutabil rolul pozitiv al aplicării intrumentelor IA pentru crearea

unor filmulețe video didactice, scheme interactive, versuri, imagini în scopul ilustrării unor procese sau structuri biologice, aprofundării cunoștințelor teoretice asimilate la orele din clasă, realizării unor proiecte STEAM.

Scanarea 3D este un proces de colectare a datelor digitale cu privire la forma și aspectul unui obiect real, creând un model digital bazat pe original. Diverse biomateriale sunt utilizate în prezent în imprimarea 3D medicală precum: metale, ceramică, polimeri și compozite. Odată cu evoluția continuă și progresul biosubstratelor folosite în printarea 3D, totodată se atestă o evoluție rapidă a programelor de imprimare 3D în fabricarea protezelor, a implanturilor personalizate, a schemelor 3D pentru ingineria tisulară și medicina regenerativă [3, 12; 4, 120].

Unele imprimante moderne folosesc camere și algoritmi de IA pentru a „vedea" dacă printul eșuează (de exemplu, efectul de „spaghete") și opresc automat procesul. IA este folosită pentru a crea modele 3D extrem de complexe, pe care o imprimantă le transformă apoi în obiecte fizice

Astfel, imprimanta 3D este unealta, iar Inteligența Artificială este tot mai des asistentul care o face mai eficientă [3, 13; 4, 123].

Utilizarea imprimantei 3D nu este valorificată pe scară largă în procesul de învățământ dim mai multe motive: economice, lipsa cadrelor competente în instituții, lipsa orelor opționale la care s-ar studia aplicarea acesteia.

Reieșind din cele spuse, este primodială utilizarea IA nu doar în domeniile științelor biologice, ci și la orele de biologie. O modalitatea de a utiliza IA la orele de biologie este proiectul STEAM, care îmbină știința, tehnologiile, ingineria, matematica și artele. Imprimanta 3D este o unealtă ideală – component al proiectului STEAM. Educația STEAM contribuie la îmbunătățirea motivației elevilor și la dezvoltarea abilităților cognitive, precum și la formarea abilităților necesare pentru obținerea și menținerea unei profesii în secolul XXI [1, 3].

În urma planului cadru aprobat de Ministerul Educației, Culturii și Cercetării a apărut posibilitatea pentru elevii din clasele liceale de a-și alege disciplinele studiate. La moment, în municipiul Chișinău sunt 5 licee teoretice unde se pilotează 2 variante a Planului-cadru (LT „Prometeu Prim", LT „Aristotel", IPLT „I. Creangă", LT „V. Alecsandri"). Aceasta implică studierea aprofundată a disciplinelor pentru care au optat elevii, și creșterea numărului de ore – ore de extensie. La IPLTR ,,Aristotel", la orele de extensie la biologie se abordează formarea competențelor de aplicare în practică a materiei studiate, însușirea metodelor și procedeelor moderne în biologie. De aceea, proiectele STEM sunt oportune la orele de extensie [2].

Proiectele STEAM la Biologie la treapta liceală pot fi elaborate la mai multe module. Astfel, în clasa a X noi elaborăm proiecte STEAM cu precădere la Modulul Celula și Țesuturile (semestrul I), iar în semestrul II – Sistematica plantelor și animalelor. În prezenta lucrare vom demonstra un proiect STEAM ,,Pielea. Țesutul epitelial,,. Elevilor din clasa a X-a profil umanist li s-a dat sarcina de a elabora proiecte STEAM la modulul ,,Țesuturi animale și vegetale". Pentru a se evidenția de ceilalți elevi, două eleve au accesat site-urile https://www.mureka.ai și https://app.pixverse.ai. Site-ul https://www.mureka.ai a fost folosit pentru a alcătui un imn consacrat te-

sutului epitelial. Pentru aceasta elevele au introdus cuvinte-cheie din tema „Țesuturile animale. Organele animalelor”, iar site-ul a propus mai multe opțiuni de versuri. Prezint aici câteva strofe din acest imn:

Strofa I

Noi suntem prima linie, apărăm fără egal,
Țesut epitelial – scut perfect, natural.
Pe piele și prin organe, ca un zid funcțional,
Nu lăsăm nimic să treacă, totul e controlat total.

Refren

Epitelial, mereu stăm ca un zid,
Protecție de bază, celule la standard!
Secretăm, absorbim, filtrăm genial,
Trăiască-n veci puternicul țesut epitelial!

Strofa II

Prismatic, scuamos sau cubic ordonat,
Simplu sau stratificat, perfect organizat,
Pe glande sau pe mucoase, suntem peste tot,
Și dacă ne rănești, ne restabilim în loc!

Apoi a fost selectată melodia și vocea care va interpteta acest imn.

A doua parte a proiectului a fost elaborarea unui clip video la tema „Țesutul epitelial”. Pentru aceasta elevele au folosit situl https://app.pixverse.ai și https://clideo.com. Ele au selectat imagini diferite în care sunt reprezentate tipuri de țesut epitelial, structura pielii: pe baza acestora IA a creat un video pe care l-am plasat pe platforma Youtube (lincul https://www.youtube.com/watch?v=CtZXHV-WQQU).



Figura 1. Captura din video creat de IA „Țesutul epitelial”

Cuvintele imnului au fost suprapuse peste acest video. Elevele în clasă la ore au difuzat acest video, iar clasa a cântat imnul Țesutului epitelilal. Climatul psihologic creat la ore în clasă la difuzarea acestui clip video a contribuit la asimilarea mai bună a cunoștințelor. Pentru a consolida informația asimilată la ore elevii au studiat și preparate de țesut epitelial la lucrări de laborator, unde au putut vizualiza structura

acestuia la miscroscop sau cu ochiul liber, folosind setul pentru preparare a organelor și țesuturilor și mulajele.

În clasa a XI-a elevii folosesc imprimanta 3D pentru a crea mulaje de organe umane. Astfel, drept exemplu al Proiectului STEAM la modulul Circulația substanțelor în clasa a 11 a fost imprimat mulajul inimii umane (fig.2).

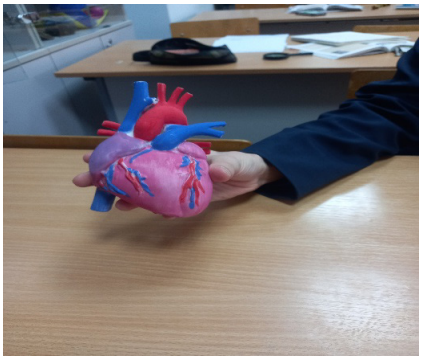


Figura 2. Mulajul Inima creat cu ajutorul imprimantei 3D

Acest mulaj de inimă poate fi folosit în cadrul temei Structura inimii după metoda Clasei inversate. Elevii acasă pregătesc informație referitoare la anatomia inimii. Le lecție în calitate de profesor elevii vor descrie structura inimii folosind mulajul confecționat.

La fel, în cadrul acestui modul un alt grup de elevi au elaborat o schema 3D interactrivă în care se modelează circulația sistemică și pulmonară (fig.3). Cu ajutorul seringilor tuburile de plastic se umplu cu lichid roșu („sânge arterial") și albastru („sânge venos"). Astfel, în mod real elevii pot observa circulația sistenică și pulmonară.

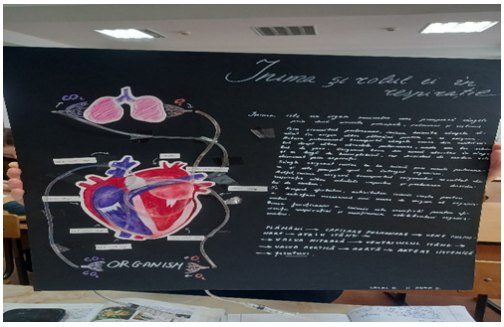


Figura 3. Model interactiv al circulației sangvine (prin tuburile de plastic curg lichidele roșu și albastru conform algoritmului circulației mari și mici)

În clasa a XII-a elevii elaborează scheme virtuale sau în format fizic în care reprezintă arborele genealogic după criteriul unei maladii autozomale sau sex-lincate, sau evoluția omului. În figura 4 este prezentată schema-labirint Evoluția omului, creată de elevi cu ajutorul IA. Din imagine se văd ramurile oarbe ale evoluției omului, perioada de apariție și existență a Driopitecilor, Australopitecilor, Homo habilis,

Homo erectus, Homo neanderthalensis, Homo sapiens. Alături cu fiecare specie sunt indicate criteriile caracteristice pentru fiecare.

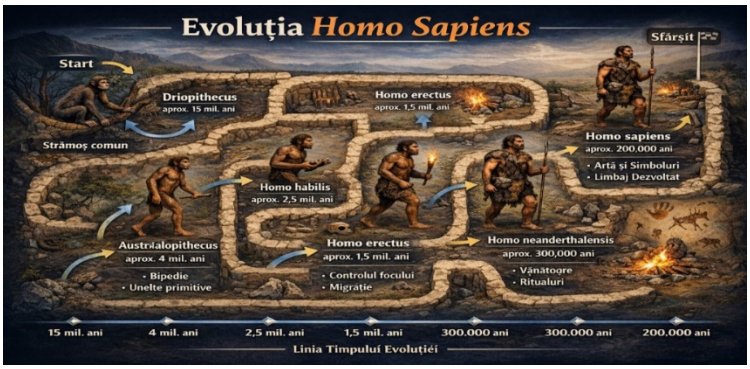


Figura 4. Evoluția Homo sapiens. Schema-labirint creată de elevi cu ajutorul chatului GPT

În cadrul elaborării proiectelor STEAM la biologie elevii sunt îndemnați să utilizeze și capacitățile lor artistice. Astfel, elevii cu aptitudini de artă plastică croșetează segmente de țesuturi animale și vegetale sau pictează în ulei (fig. 5). În fig. 5 eleva a indicat organitele celulare prin cifre. Astfel, acest model de celulă poate fi folosit la ore și în calitate de subiect de evaluare orală sau lucru în echipă: de ex., exercițiul „Indică organitele celulare care conțin ADN".



Figura 5. Tablou Celula animală pictată în ulei

Integrarea inteligenței artificiale și a tehnologiei de imprimare 3D în procesul de predare-învățare a biologiei oferă avantaje pedagogice semnificative și reprezintă o necesitate educațională în contextul învățământului contemporan. Aceste tehnologii contribuie la aprofundarea înțelegerii structurilor și proceselor biologice complexe prin facilitarea vizualizării, modelării și a învățării experiențiale, dificil de realizat prin metodele tradiționale. Utilizarea inteligenței artificiale sprijină învățarea personalizată, analiza datelor și abordarea bazată pe proiecte, iar imprimanta 3D permite realizarea unor modele tridimensionale fidele ale țesuturilor și organelor animale și vegetale. În ansamblu, aceste instrumente favorizează dezvoltarea competențelor

STEAM, a gândirii critice, a creativității și a abilităților practice necesare secolului XXI. Prin urmare, implementarea inteligenței artificiale și a imprimării 3D la orele de biologie, în special la nivel liceal, este nu doar benefică, ci și esențială pentru creșterea calității, relevanței și eficienței educației biologice.

BIBLIOGRAFIE

1. COLUCCI-GRAY, L.; BURNARD, P.; COOKE, C.; DAVIES, R.; GRAY, D. Reviewing the potential and challenges of developing STEAM education through creative pedagogies for 21st learning: how can school curricula be broadened towards a more responsive, dynamic, and inclusive form of education?. Integrative Literature Review. În: Thinking Skills and Creativity. 2019. p. 31-43. Disponibil: https://wrap.warwick.ac.uk/id/eprint/102185/ [accesat 2026-02-10].
2. COȘCODAN, D. Implementarea proiectelor STEM în cadrul activității de cercetare la Biologie. Materialele Conferinței Republicane a Cadrelor Didactice: Didactica științelor naturii, 27-28 februarie 2021, Chișinău. 2021, Vol. 2, pp. 115-118. ISBN 978-9975-76-319-6.
3. GROSS, B.; ERKAL, J.; LOCKWOOD, S. et al. Evaluation of 3D printing and its potential impact on biotechnology and the chemical sciences. Anal Chem. 2014, 86(7), pp. 3240–3253. Disponibil: https://pubs.acs.org/doi/10.1021/ac403397r [accesat 2026-02-10].
4. RAILEAN, S. Utilizarea printării 3d în procesul didactic pentru studenții universității de stat de medicină și farmacie „Nicolae Testemițanu". 2023 Disponibil: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/30114/Eftodii-Serghei-FCIM-IBM-023.pdf?sequence=1&isAllowed=y [accesat 2026-02-10]
5. ZAVERI, A. Inteligența artificială în știință. Online. 02/15/2023 Disponibil: https://mindthegraph.com/blog/ro/inteligenta-artificiala-in-stiinta/ [accesat 2026-02-10].

IMPACTUL ECRANELOR ASUPRA ADOLESCENȚILOR ÎN FUNCȚIE DE TIPUL DE ACTIVITATE NERVOASĂ SUPERIOARĂ

THE IMPACT OF SCREEN USE ON ADOLESCENTS ACCORDING TO THE TYPE OF HIGHER NERVOUS ACTIVITY

Ana LEORDA, cercetător științific coordonator, dr.,
USM, Institutul de Fiziologie si Sanocreatologie din Chișinău

Ana LEORDA, PhD,
State University of Moldova
ORCID:0000-0002-2923-8843,
e-mail: leorda-ana64@mail.ru

CZU: 616.89-008.48-053.6:004.5
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p196-202

Abstract. According to I.P. Pavlov's theory, human higher nervous activity is classified into three types, depending on the dominance of the cerebral hemispheres: thinking (left hemisphere, analytical), artistic (right hemisphere, intuitive/creative) and mixed (balanced). Within the sample under study (n=119), people with a mixed profile predominate, which shows a balanced combination of logical thinking and imagination. The 37.82% of the thinker type offer stability, order and good analytical capacity, and the 10.08% of the artistic type are creative, generate new ideas, are characterized by originality and flexibility in decision-making. More than half of the people surveyed demonstrated a normal degree of screen use, among them the most were of the mixed type (63.33%), then the thinker type (48.65%) and the fewest – of the artistic type (31.82%). The results obtained indicate a different vulnerability of the types of ANS, regarding severe and moderate screen addiction, the most affected being the artistic type, whose representatives in quite a large number face significant or major problems caused by excessive screen use.

Keywords: screen time, social media, adolescents, higher nervous activity

Timpul pe ecran (screen time) reprezintă durata petrecută cu folosirea dispozitivelor digitale (telefon, tabletă, TV, PC) și poate afecta dezvoltarea utilizatorilor, fiind asociat cu multiple dificultăți cognitive. Ascensiunea mediului digital este incontestabilă. Deoarece persoanele petrec mult mai mult timp online în comparație cu generațiile anterioare, există un interes major pentru efectele timpului petrecut în fața ecranelor, a rețelelor sociale și a divertismentului digital asupra diverselor probleme legate de dezvoltarea persoanei [2, 293]. Cercetările actuale în domeniul neuroștiințelor privind posibilele efecte ale utilizării mediilor digitale (platforme, tehnologii și conținuturi tehnologizate, care facilitează producția, distribuția și interacțiunea cu informația) asupra creierului uman, cogniției și comportamentului au o importanță majoră datorită timpului semnificativ pe care indivizii îl petrec utilizându-le. În pofida mai multor aspecte pozitive ale mediilor digitale, care includ capacitatea de a comunica fără efort, chiar și la distanță lungă, și utilizarea lor ca instrumente di-

dactice pentru elevi și studenți, au fost sugerate și numeroase efecte negative asupra creierului uman. Au fost observate consecințe neurologice legate de dependența de internet/jocuri, dezvoltarea limbajului și procesarea semnalelor emoționale. Cu toate acestea, neurocercetătorii trebuie să includă seturi de date cu o precizie mai mare în ceea ce privește scopul utilizării ecranelor, frecvența, durata, sexul și vârsta utilizatorilor [10, 108]. Pe plan mondial sunt realizate studii, privind impactul internetului asupra cogniției umane, discutând conceptele și ideile din spatele „creierului online". În plus, dovezile cercetărilor, privind modul în care utilizarea internetului afectează mintea umană au avansat considerabil în ultimii ani. Există însă necesitatea de a oferi o imagine de ansamblu, multidimensională a impactului utilizării internetului asupra rezultatelor psihologice, cognitive și societale [7, 189]. Unii cercetători afirmă că dependența de internet a devenit o tulburare de control al impulsurilor (incapacitatea de a rezista tentațiilor sau impulsurilor agresive, cauzând comportamente riscante) inclusă în categoria tulburărilor psihiatrice [3]. Utilizarea excesivă a rețelelor de socializare ridică îngrijorări cu privire la impactul său psihologic și neurofiziologic. Deși efectele comportamentale au fost în centrul cercetărilor anterioare, există puține date empirice, care abordează gradul în care activitatea cerebrală în timp real se modifică odată cu utilizarea rețelelor de socializare. Aspectul neurocognitiv se realizează prin evaluarea activității undelor cerebrale prin electroencefalografie (EEG) pentru a determina tipare specifice de implicare neuronală, precum și răspunsuri cognitive/emoționale. Rezultatele arată că rețelele de socializare se implică în căi de recompensă cerebrală similare cu cele observate în comportamentul adictiv, activitatea β și γ extinsă, având potențialul de a interfera cu reglarea emoțională și atenția. Aceste consecințe neurofiziologice, în special recuperarea întârziată a undelor α și creșterea activității δ, ar putea aduce în prim-plan noi preocupări cu privire la oboseala digitală și sănătatea mintală [15]. Adolescenții sunt printre grupurile, care utilizează extensiv ecranele și au probleme comune legate de sănătatea mintală. O meta analiză denotă, că timpul excesiv petrecut în fața ecranelor la adolescenți pare a fi asociat cu probleme de sănătate mintală, însă având în vedere multitudinea și discutabilitatea rezultatelor, sunt necesare studii suplimentare pentru a clarifica elemente precum conținutul informației sau interacțiunea adolescenților cu diferite dispozitive de tip ecran [13, 166]. Astfel, utilizarea problematică a tehnologiei de către copii și adolescenți devine o problemă tot mai stringentă, iar utilizarea excesivă a tehnologiilor digitale prezice o varietate de probleme de sănătate psihologică și fizică [1; 9, 285].

Scopul acestui studiu a fost de a analiza impactul ecranelor asupra adolescenților în funcție de tipul de activitate nervoasă superioară (ANS).

Material și metodă. Studiul a implicat 119 de adolescenți cu vârste cuprinse între 16-17 ani (vârsta medie: 16,5±0,5 ani) dintre care 84,03% băieți. Participanții au fost clasificați în grupuri în funcție de tipurile de ANS, utilizând Chestionarul de personalitate Eysenck (EPQ) [5]. Apoi a fost analizat timpul petrecut online și impactul acestuia, evaluând utilizarea internetului, iritabilitatea la deconectare și efectele asupra vieții sociale. Pornind de la criteriile DSM IV pentru jocul de noroc patologic, Kimberly Young a propus un chestionar (*Internet Addiction Test*) cu 20 de itemi,

evaluați pe o scală Likert de la 0 la 5 (1 – rareori; 2 – uneori; 3 – des, 4 – foarte des, 5 - întotdeauna), care măsoară nivelul dependenței: 0-30 puncte (utilizare normală), 31-49 (ușoară), 50-79 (moderată) și 80-100 (severă) [20, 25].

Rezultate și discuții. Conform teoriei lui I.P. Pavlov, ANS umană este clasificată în trei tipuri, în funcție de dominanța emisferelor cerebrale: tipul cugetător, artistic și mixt. *Tipul cugetător* (rațional) se caracterizează prin predominanța primului sistem de semnalizare, gândire logică, analitică și verbală. Reacționează mai mult prin rațiune decât prin emoție, manifestă înclinație spre matematică, tehnică, raționamente exacte. Preferă ordinea, planificarea și argumentele clare. *Tipul artistic* (emotiv, intuitiv) – se referă la dominanța celui de-al doilea sistem de semnalizare, manifestă imaginație bogată, sensibilitate, intuiție și creativitate. Posedă gândire mai liberă, asociativă, bazată pe emoții și impresii, are înclinație spre artă, muzică, poezie, desen, dans etc. Reacționează afectiv, trăiește intens emoțiile. Acest tip de ANS a fost cel mai puțin reprezentat în eșantionul de studiu. În schimb *tipul mixt* a avut cea mai considerabilă reprezentanță. Caracterizându-se prin echilibrul între emisfera stângă și dreaptă, posedă caracteristici, care îmbină logica și creativitatea. Individul cu acest tip poate analiza rațional, dar și dă dovadă de imaginație creativă, găsește ușor soluții originale, dar și practice. Rezultatele testării denotă, că în eșantionul studiat predomină persoanele cu un profil mixt 62 (52,10%), 45 (37,82%) erau de tip cugetător, iar 12 (10,08%) – de tip artistic (Figura1).

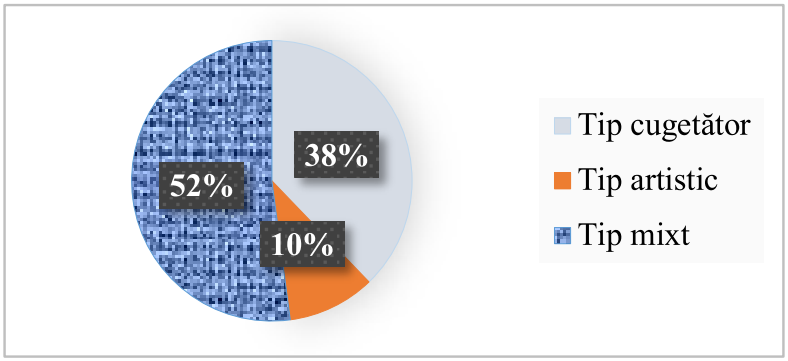


Figura 1. Repartizarea tipurilor de ANS în rândul adolescenților

Studiul timpului petrecut pe ecrane, realizat cu utilizarea chestionarului dependenței de internet denotă, că cel mai mare număr de respondenți din numărul total au fost cu grad normal de utilizare – cei care au acumulat până la 30 puncte (52,94 %), iar cel mai mic – cu dependență severă (2,52 %) – persoane cărora internetul le cauzează probleme majore în viață. Totuși, scorul acumulat de ultimii (în medie 82,33 puncte) indică mai degrabă o stare limitrofă cu nivelul moderat de dependență. Răspunsurile acestora indicau o pierdere a senzației timpului petrecut online cu consecințe destul de grave. Elevii care au acumulat între 31 și 49 puncte (26,05 %) au statut de utilizator problematic (grad de dependență ușoară), deoarece se confruntă cu apariția unor probleme ocazionale, iar cei care au acumulat 50-79 puncte (18,49

%) demonstrează o dependență moderată, asociată cu probleme semnificative cauzate de internet.

În literatura de specialitate printre factorii de bază, care influențează ANS sunt indicați cei ereditari, de mediu și educaționali (culturali). *Factorii ereditari* sunt asociați în special cu forța, echilibrul și mobilitatea proceselor nervoase, ceea ce determină ANS înnăscută a unui individ (sangvinic, flegmatic, coleric sau melancholic). Unii autori propun teoria nano-model a funcționalității genomului, conform căreia molecula de ADN reține informația biologică nu numai sub forma codului genetic, constând din secvența de nucleotide, ci și ca organizare spațio-structurală [14]. Unele cercetări indică, că persoanele cu o utilizare problematică a internetului sunt pasibile să aibă și o mutație genetică cu rol predictiv în cazul dependenței de nicotină [11, 192]. *Factorii de mediu* care influențează ANS: stresul cronic asociat cu activarea sistemului nervos simpatic („luptă sau fugi"); dieta bogată în grăsimi și zahăr poate reduce plasticitatea sinaptică, fapt care poate afecta învățarea, în timp ce o dietă echilibrată susține funcția cognitivă; activitatea fizică regulată este asociată pozitiv cu o mai bună reglare a sistemului nervos central (SNC); utilizarea excesivă a cofeinei sau a stimulentelor poate perturba echilibrul sistemului nervos [17, 163]. În contextul impactului *factorilor educaționali*, specialiștii subliniază necesitatea unor abordări interdisciplinare pentru o mai bună înțelegere a cogniției și a comportamentului și solicită o integrare suplimentară a perspectivelor neuroștiințifice, psihologice și culturale pentru a îmbunătăți cunoștințele despre dezvoltarea umană, învățare și funcționarea societală [8]. Unii autori relevă importanța integrării competențelor digitale în educația STEAM pentru a încuraja gândirea critică și creativitatea [18, 328]. În ceea ce privește factorii de risc ce țin de personalitate, timiditatea, anxietatea, stima scăzută de sine, introvertirea au fost considerați predictori semnificativi pentru utilizarea problematică a internetului. Constatările sugerează că acest fenomen are în comun un spectru de factori de risc cu alte comportamente problematice online, însă rămân diferențe etiologice și motivaționale specifice [6]. Unii autori aduc dovezi ale corelației pozitive ale deschiderii către experiența nouă, conștiinciozitate, extroversiune și nevrotism cu dependența de internet, în timp ce agreabilitatea a fost asociată negativ cu dependența de internet Funcționarea familială pozitivă a fost corelată negativ cu dependența de internet în rândul adolescenților, sugerând că îmbunătățirea funcționării familiale ar fi o tactică valoroasă pentru reducerea susceptibilității adolescenților la dependența de internet legată de personalitate [12].

În continuare au fost identificate tipurile de ANS cele mai predispuse la dependența de internet (Figura 2). Din datele figurii reiese, că printre persoanele de tip cugetător nu s-a depistat nivelul sever al dependenței de ecrane, în același timp la persoanele de tip mixt acesta a constituit 3,33 % din numărul total de acest tip de ANS, iar cel mai afectat în acest aspect s-a dovedit a fi tipul artistic (4,55 %). În cazul ultimilor, cu predominanța primului sistem de semnalizare, utilizarea excesivă a rețelelor sociale este urmată de supraîncărcarea cognitivă și epuizarea emoțională. Unii autori menționează că acest lucru poate determina indivizii să caute o detoxifiere digitală și să o folosească ca strategie pentru a obține o ușurare psihologică [19, 8].

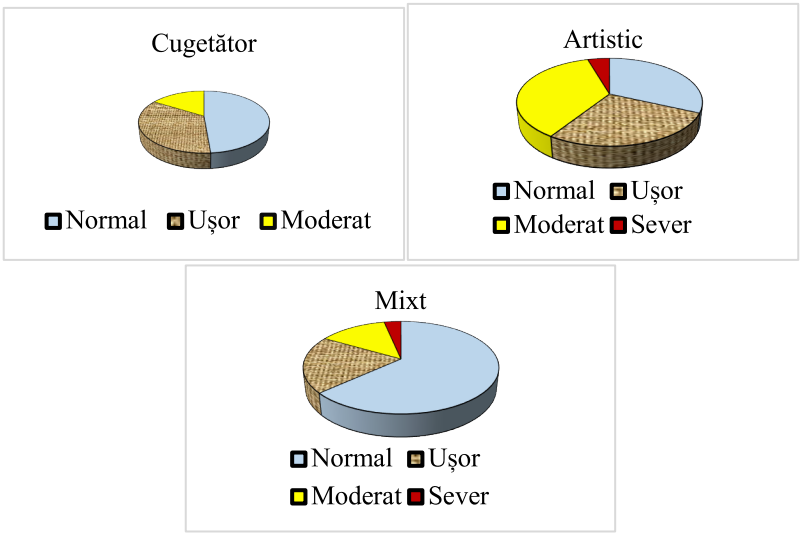


Figura 2. Gradul dependenței de internet în funcție de tipul de ANS

Privind nivelul moderat de dependență de ecrane, tendința s-a păstrat în raport cu tipul artistic de ANS, nivelul căruia a constituit 36,36 %, pe când a celui cugetător – 16,21 %, iar mixt – 13,33 %. Nivelul ușor de dependență de internet s-a repartizat în funcție de tipul de ANS în felul următor: cugetător – 35,14; artistic – 27,27 și mixt – 20,00 %. Mai mult de jumătate dintre persoanele supuse chestionării (n=63) au demonstrat grad normal de utilizare a ecranelor, printre acestea cei mai mulți au fost de tip mixt (63,33 %), apoi de tip cugetător (48,65 %) și cei mai puțini – de tip artistic (31,82 %). Rezultatele obținute indică o vulnerabilitate diferită a tipurilor de ANS privind dependența de ecrane severă și moderată, cel mai afectat fiind în acest aspect tipul artistic, reprezentanții căruia în număr destul de mare se confruntă cu probleme semnificative sau majore cauzate de utilizarea în exces a ecranelor.

Utilizarea ecranelor nu este „periculoasă” în sine, dar folosirea excesivă poate provoca dereglări ale fiziologiei sistemului nervos: suprasolicitarea creierului, asociată cu o avalanșă de informație care reduce capacitatea de concentrare și atenția, precum și viteza de procesare a informațiilor; creșterea dependenței de stimulare, asociată cu eliberarea dopaminei; tulburarea somnului, legată de impactul luminii albastre a ecranelor seara, fapt, ce întârzie producția de melatonină; oboseala ochilor etc. [4]. Studiile afecțiunilor musculo-scheletice (AMS) legate de utilizarea dispozitivelor digitale au arătat, că gâtul a fost cea mai frecventă localizare a durerii, urmată de durerile de spate, durerile de cap și durerile de umăr. Activitățile prelungite bazate pe ecrane, cresc semnificativ riscul de tulburări musculo-scheletice la toate grupele de vârstă. Funcționalitatea fizică diminuată este puternic asociată cu o probabilitate crescută de probleme de sănătate mintală, inclusiv oboseală, tulburări de somn, depresie și anxietate [4 ; 16, 4190]. Cercetările legate de practicarea exercițiilor fizice în cazul utilizării necontrolate a ecranelor, indică la beneficii duble: micșorarea timpului expunerii la ecrane și efectul efortului fizic în îmbunătățirea funcției cerebrale.

Dovezi convingătoare sugerează că exercițiile fizice exercită efecte benefice asupra funcției cerebrale și a nivelului cognitiv afectat de timpul excesiv pe ecrane. Sunt analizate și descrise mecanismele neurobiologice ale sistemelor de: recompensă, execuție și luare a deciziilor [3]. AMS legate de utilizarea dispozitivelor digitale pot fi atenuate prin pauze frecvente, exerciții fizice regulate, somn adecvat și gestionarea stresului [16, 4188].

Astfel, datele literaturii de specialitate și cele personale argumentează introducerea unei detoxifieri digitale, care reprezintă o perioadă în care o persoană reduce sau elimină utilizarea ecranelor pentru a reduce stresul și a se reconecta cu lumea fizică. Un studiu a folosit o abordare fenomenologică pentru a explora experiențele trăite a zece participanți, care au întreprins o detoxifiere digitală în mod voluntar. Participanții se confruntau cu pierderea autonomiei, supraîncărcarea cognitivă și oboseala digitală din cauza utilizării excesive a dispozitivelor digitale. În pofida simptomelor de sevraj (anxietate, depresie, agitație la privarea de internet) resimțite de participanți în perioada reducerii sau eliminării utilizării ecranelor. Totuși, beneficiile post-detoxifiere au inclus îmbunătățirea interacțiunilor sociale și conștientizarea gradului de implicare digitală [19, 12].

Concluzii. În cadrul eșantionului supus studiului predomină persoanele cu un profil mixt 62 (52,10%), ceea ce arată o combinație echilibrată între gândirea logică și imaginație. Cei 45 (37,82%) raționali oferă stabilitate, ordine și capacitate bună de analiză, iar 12 (10,08%) creativi aduc idei noi, originalitate și flexibilitate în luarea deciziilor. Mai mult de jumătate dintre persoanele supuse chestionării (n=63) au demonstrat grad normal de utilizare a ecranelor, printre acestea cei mai mulți au fost de tip mixt (63,33 %), apoi de tip cugetător (48,65) și cei mai puțini – de tip artistic (31,82 %). Rezultatele obținute indică o vulnerabilitate diferită a tipurilor de ANS, privind dependența de ecrane severă și moderată, cel mai afectat fiind în acest aspect tipul artistic, reprezentanții căruia în număr destul de mare se confruntă cu probleme semnificative sau majore cauzate de utilizarea în exces a ecranelor.

BIBLIOGRAFIE

1. AHMED S, MOSTAFA MS, HAQUE QUL, et al. Internet Addiction and Self-Reported Well-Being Among School-Going Adolescents in Bangladesh: A Cross-Sectional Study. Health Sci Rep. 2025 Oct 30;8(11):e71435.
2. ASHTON, JAMES J et al. Screen time in children and adolescents: is there evidence to guide parents and policy? The Lancet Child & Adolescent Health, Vol. 3, Iss 5, 2019, p. 292-294.
3. CHEN H, DONG G, LI K. Overview on brain function enhancement of Internet addicts through exercise intervention: Based on reward-execution-decision cycle. Front. Psychiatry. 2023. 14:1094583.
4. DEVI KA, SINGH SK. The hazards of excessive screen time: Impacts on physical health, mental health, and overall well-being. J Educ Health Promot. 2023 Nov 27;12:413.
5. EYSENCK, HJ., EYSENCK, SBG. Inventarul de personalitate Eysenck (EPQ, EPI). APA PsycTests. 1963. https://doi.org/10.1037/t02711-000.

6. FIORAVANTI, G., BOCCI BENUCCI, S., GHINASSI, S. Psychological risk factors for problematic social network use: An overview of systematic reviews and meta-analyses. 2025. Addictive behaviors reports, 21, 100600.
7. FIRTH J, TOROUS J, LÓPEZ-GIL JF, et al. From "online brains" to "online lives": understanding the individualized impacts of Internet use across psychological, cognitive and social dimensions. World Psychiatry. 2024 Jun;23(2):176-190.
8. FLORES, A., PASELK, A., IRISH, T. The Impact of Cultural Background on Perception and Understanding in Learning: A Neuroscientific and Psychological Perspective. In: Ronald Boring (eds) Human Error, Reliability, Resilience, and Performance. AHFE (2025) International Conference. AHFE Open Access, vol 173. AHFE International, USA.http://doi.org/10.54941/ahfe1006282.
9. IBABE I, ALBERTOS A, LOPEZ-DEL BURGO C. Leisure time activities in adolescents predict problematic technology use. Eur Child Adolesc Psychiatry. 2024 Jan;33(1):279-289.
10. KORTE M. The impact of the digital revolution on human brain and behavior: where do we stand?. Dialogues Clin Neurosci. 2020 Jun;22(2):101-111.
11. MONTAG, C., KIRSCH, P., SAUER, C., et al. The role of the CHRNA4 gene in Internet addiction: a case-control study. Journal of addiction medicine. 2012, 6(3), 191-195.
12. NWUFO IJ, IKE OO. Personality Traits and Internet Addiction among Adolescent Students: The Moderating Role of Family Functioning. Int J Environ Res Public Health. 2024 Apr 23;21(5):520.
13. SANTOS, R.M.S., MENDES, C.G., SEN BRESSANI, G. et al. The associations between screen time and mental health in adolescents: a systematic review. BMC Psychol. 2023, 11, 127. https://doi.org/10.1186/s40359-023-01166-7
14. SARGSYAN VR. Formation of Human Higher Nervous Activity and New Biological Theories. *Journal of Brain and Neuroscience Research*. 2018, 2: 004.
15. SATANI A, SATANI KK, BARODIA P, et al. Modern Day High: The Neurocognitive Impact of Social Media Usage. Cureus. 2025 Jul 8;17(7):e87496.
16. TOKO B, PARIHAR A, REDDY P, et al.The modern epidemic-digital era bad posture and its musculoskeletal consequences: A questionnaire-based study. J Family Med Prim Care. 2025 Oct;14(10):4187-4192.
17. TORKEL KLINGBERG, NICHOLAS JUDD, BRUNO SAUCE. Assessing the impact of environmental factors on the adolescent brain: the importance of regional analyses and genetic controls. World Psychiatry. Vol. 21, Iss 1, 2022, p.1-164.
18. VASCAN, T. Rolul competențelor digitale în educația STEAM. În: 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. Chișinău: IDIS „Viitorul", 2024, pp. 328-336.
19. XIAOXIAO LI, YUQING WU, CARMEN WONG. Digital Detox and Mental Well-being: A Phenomenological Analysis on How Social Media Use Affects Psychological Health. Studies in Media and Communication, Vol. 13, No. 4, December 2025, p. 1-14.
20. *YOUNG K.S., ROGERS R.C. The relationship between depression and internet addiction. Cyberpsychol. Behav. 1998;1:25-28. doi: 10.1089/cpb.1998.1.25.*

GESTIONAREA STRESULUI PSIHOEMOȚIONAL ÎN DIFERITE PERIOADE: DE CREȘTERE, DEZVOLTARE ȘI CONSTITUIRE A ORGANISMULUI

MANAGING PSYCHO-EMOTIONAL STRESS IN DIFFERENT PERIODS – OF GROWTH, DEVELOPMENT AND CONSTITUTION OF THE ORGANISM

Pușica ZAINEA, asistent univ.,
Universitatea „Dunărea de jos" din Galați, România
Valentina CIOCHINĂ, conferențiar cercetător, dr.,
Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie,
Universitatea de Stat din Moldova

Pușica ZAINEA, University Assistant,
"Dunărea de jos" University of Galați, Romania
ORCID: 0000-0003-1807-756X
e-mail: pusica.pusica1967@gmail.com
Valentina CIOCHINĂ, PhD, Associate Researcher,
Institute of Physiology and Sanocreatology,
State University of Moldova
ORCID: 0009-0003-0741-505X
e-mail: valentina.ciochina@gmail.com

CZU: 159.944.4:612.65/.68
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p203-206

Abstract. The article attempts to examine the influence of stress factors in different age periods (school, middle school and high school) through the prism of the development of psychogenic, sanogenic and dyssanogenic stress: in the short-term action of psychic factors, the sanogenic role is played by emotions with their functions - estimating the significance of the acting factor, foreseeing their consequences and mobilizing the body to eliminate the risk factor or to achieve the goal, as a result of which the body will remain intact; if the factors that determine emotions have had a long-term action, they have had, due to the impossibility of being eliminated and achieving the desired result, then emotions with their functions become a trigger for the development of chronic psychogenic stress with various functional disorders. The consequences of psychogenic stress on the body are briefly analyzed and some actions for its management in the periods of school, middle school and high school are proposed.

Keywords: stress, stressor, psychogenic stress, emotions, age.

Secolul XXI se caracterizează prin sporirea semnificativă a numărului de factori stresogeni, care manifestă o influență tot mai agresivă asupra organismului uman. Indiferent de vârstă, de perioada de dezvoltare a organismului orice persoană este supusă stresului în grade diferite, reieșind din susceptibilitatea ei la acesta.

Conform datelor Institutului de Fiziologie și Sanocreatologie, cea mai mare parte a societății moderne se află într-o stare de stres cronic, care provoacă degradarea bio-

logică generală precoce, inclusiv și degradarea psihică [1, 16-36]. Impactul global condiționat de influența stresului psihoemoțional și apariția tulburărilor sănătății psihice asupra pierderilor economice este estimat la 16,5 miliarde dolari SUA anual. Stresul de menajare și de scurtă durată prezintă o reacție biologică argumentată pentru privind dezvoltarea și evoluția organismului, pe când stresul excesiv și cronic devine o reacție patogenetică care poate duce la diverse dereglări funcționale și la diferite patologii.

La acțiunea de scurtă durată a factorilor psihici rolul sanogen îl îndeplinesc emoțiile cu funcțiile lor: de estimare a semnificației factorului care acționează, de prevedere a consecințelor acestora și de mobilizare a organismului pentru eliminarea factorului de risc sau pentru atingerea scopului: la ce organismul se va menține intact.

În cazul în care factorii care determină emoțiile au avut o acțiune de lungă durată au avut din cauza imposibilității de a fi eliminați și de a obține rezultatul scopul dorit, atunci emoțiile cu funcțiile lor devin un factor declanșator (trigger) al dezvoltării stresului psihogen cronic cu diverse dereglări funcționale. În cazul eliminării factorului stresogen și al atingerii obiectivului dorit, reacția organismului se limitează doar la emoții benefice (sanogene), iar în cazul în care nu se pot elimina factorii psihogeni și/sau nu se atinge obiectivul dorit, de regulă, se dezvoltă stresul psihogen, însoțit de diverse reacții negative (dissanogenii). O persoană intră într-o stare de stres psihogen numai atunci, când conștientizează (prevede) că nu poate face față sau că îi este foarte greu să facă față posibilelor consecințe ale factorilor de stres psihogen. În acest context, un rol important joacă evaluarea conștientă a naturii factorului stresogen din punct de vedere cognitiv, cu o reacție la nivel afectiv, precum și raportul acestuia cu resursele personale care pot să-l elimine sau să conducă la atingerea obiectivului dorit.

Cele mai răspândite manifestări ale stresului psihogen sunt: manifestări prelungite de iritabilitate, anxietate, nemulțumire, neliniște inexplicabilă, nervozitate, furie, tristețe, frică, apatie; tulburări ale imaginației, creativității, memoriei și capacității de concentrare; scăderea productivității intelectuale; scăderea tonusului cognitiv și volitiv și creșterea celui afectiv, cu scăderea activității operative; dificultăți în orientarea adecvată în timp și spațiu, tulburări ale relațiilor sociale; tulburări de dispoziție de lungă durată, labilitate emoțională ridicată; tulburări de coordonare a funcțiilor și a stării de echilibru psihic și funcțional.

Actualmente, copii de vârstă școlară, gimnazială și liceală sunt supuși unui nivel sporit de stres psihogen cronic. Aceste vârste cuprind trei etape ale organismului – de creștere, constituire și dezvoltare: 1) *etapa de socializare și de constituire structural-funcțională a organelor vitale la nivelul organismului adult* (de la 7 ani până la 9-10 ani); 2) *etapa de maturizare sexuală și de instabilitate psiho-emoțională* (de la 10-11 ani până la 13-14 ani la fete și până la 15-16 ani la băieți); 3) *etapa de înflorire biologică și de identificare a Eului* (de la 13-14 ani până la 18-19 ani) [2, p. 102-104].

Etapa de socializare și de constituire structural-funcțională a organelor vitale la nivelul organismului adult (de la 7 ani până la 9-10 ani). Școlarizarea intensifică socializarea și are un rol important în accelerarea dezvoltării psihicului și a sănătății psihice: are loc maturizarea și constituirea funcțiilor blocurilor neuropsihice, gândirii abstracte, proceselor de cunoaștere (perceperea, atenția, gândirea operativă, memorarea abstractă), funcțiilor superioare psihice (vorbirea, imaginația, creativitatea, cititul, socotitul), conștiinței de sine și autoafirmarea. Toată activitatea psihică este însoțită de emoții, deprinderi de comunicare și comportament în colective.

Se finalizează dezvoltarea și diferențierea carcasei musculare a țesutului conjunctiv, crește brusc puterea relativă a mușchilor, se observă rapiditatea maximală în

restabilirea capacității musculare după efortul fizic. Se întăresc ligamentele mușchilor, volumul mușchilor crește semnificativ. Are loc formarea definitivă a structurii țesutului pulmonar. Se finalizează dezvoltarea țesutului cardiac, scade frecvența pulsului. Se finalizează formarea anatomică a structurii stomacului. Digestia devine similară adultului. Se finalizează canalele glandelor sudoripare. Apar conglomerate de celule adipoase în cavitățile toracică și abdominală. Schimbarea condițiilor de viață în legătură cu inițierea procesului didactic intensifică dezvoltarea psihicului copilului.

Instruirea în școală trebuie să devină una din cele mai importante etape în formarea și menținerea psihicului și sănătății psihice. Instruirea și educația trebuie să fie orientate nu numai spre asimilarea de noi cunoștințe despre mediul înconjurător, dar și spre reflectarea adecvată a mediului intern și extern, dezvoltarea imaginației, creativității, previziunii, orientarea reală în timp și spațiu, adaptarea la mediul înconjurător, orientarea valorică, motivarea și necesitatea de a învăța, spre acumularea deprinderilor pentru autoasigurarea activității vitale și spre formarea dirijată a psihicului și sănătății psihice. Un rol important în dezvoltarea psihicului și sănătății psihice îl pot avea casele de creație pentru copii și secțiile de diferit fel.

Etapa de maturizare sexuală și de instabilitate psiho-emoțională (de la 10-11 ani până la 13-14 ani la fete și până la 15-16 ani la băieți). Această etapă este una dintre cele mai vulnerabile în planul dezvoltării psihicului și sănătății psihice, deoarece au loc schimbări serioase în structura organismului și a sferei psihoemoționale.

La fete se dezvolta semnele sexuale secundare concomitent cu apariția ciclului menstrual, iar la băieți pe lângă semnele secundare sexuale începe formarea și maturizarea aparatului reproductiv, se dezvoltă spermatozoizii maturi. Se dezvolta vertiginos și asimetric aparatul scheleto-muscular la fel ca și alte organe și sisteme de organe, cum ar fi cel cardiovascular, respirator, sistemul nervos central si cel periferic. Acestei etape îi este caracteristica instabilitatea psihica, impulsivitatea cu un larg diapazon de manifestare a emoțiilor, cu schimbări bruște de la stări de bucurie și admirație până la ură, supărare, atitudine critică față de cei din jur.

Continuă să se dezvolte gândirea logică, verbală, memoria creativă, apare motivarea pentru învățare și studiere, capacitatea de a înțelege relațiile cauzale, tendința de a se afirma în societate, de a-și câștiga drepturile sale în comunitate și în societate, tot mai mult își afirmă statutul de independență și apartenența la un anumit grup social de aceeași vârstă.

Influența dirijată în această etapă trebuie să prevadă acumularea continuă a cunoștințelor, care ar permite de a determina dependența dintre cauză și efect, adecvat să reflecte mediul intern și extern al organismului, dezvoltarea proceselor de gândire, creativitatea, previziunea, real să se orienteze în timp și spațiu, să-și determine statutul psihic, formarea capacităților de a controla și autoregla starea emoțională și comportamentul propriu etc.

Acțiunile, de asemenea, trebuie să fie orientate către sporire în continuare a activității funcționale a blocurilor neuropsihice, care formează și mențin psihicul și sănătatea psihică din contul participării active în diverse secții, concursuri, festivități, olimpiade etc.

Etapa de înflorire biologică și de identificare a Eului (de la 13-14 ani până la 18-19 ani). La această etapă are loc intensificarea formării activități nervoase superioare, ce se caracterizează printr-un grad înalt de performanță funcțională. Dispar conflictele interne, cauzate de pubertate. Se schimbă interesele, aspirațiile, perspectivele, cerințele de la viață. Se termină maturizarea sexuală, adică se termină puber-

tatea, apare adaptarea la noua stare fiziologică care caracterizează activitatea vitală a organismului. Organismul începe să înflorească: înălțimea corpului crește mai lent, spetele băieților devin mai late, sistemul muscular devine mai puternic, cordul, vasele sanguine, aparatul respirator funcționează mai bine, apare un echilibrul stabil în activitatea sistemului endocrin. Perfecționarea activității nervoase superioare conduce la reacții mai precise și mai adecvate la acțiunile mediului. Acest lucru se manifestă prin dezvoltarea bună a abilităților motorii, coordonarea perfectă a mișcărilor, agilitatea, crește rezistența. Aceasta este o perioadă de dezvoltare biologică favorabilă (mai puține boli, bolile sunt depășite mai ușor), ce se asociază cu conceptul de „maximalism" al capacităților fizice și psihice, când subiectul are impresia că este capabil de a atinge diverse performanțe fizice și intelectuale.

Se produc schimbări semnificative și în dezvoltarea psihică: se modifică: caracterul (tipul) gândirii, memoria, atenția, interesele, sentimentele și emoțiile. Gândirea devine mai sistematică, mai abstractă, mai critică. Memoria se îmbunătățește: crește volumul acesteia, se schimbă modalitățile de memorare (de rând cu memorarea involuntară se utilizează tehnici de memorare rațională). Există o dezvoltare intelectuală generală vizibilă. În același timp, încercarea de afirmare duce la faptul că în motivațiile tânărului un loc semnificativ îl ocupă tendințele de identificare a Eului, dorința de „auto-exprimare", de „auto-educație" ocupă un loc important în motivele tânărului. Apare o susceptibilitate emoțională mai mare la unii factori, crește capacitatea de a empatiza; aceasta este perioada celei mai mari „deschideri" emoționale. Toate aceste schimbări afectează caracteristicile și particularitățile vieții emoționale, completează maturizarea psihicului.

Influențele trebuie să fie orientate spre menținerea motivației activității de cercetare, definitivarea statutului fizic, către sporirea volumului de cunoștințe despre mediul înconjurător și despre organismul propriu, dezvoltarea gândirii abstracte, creative și științifice, autocontrolul comportamentului, emoțiilor, instruirii capacităților individual-semantice, sferei emoțional-volitive. De asemenea, este necesar de a menține activitatea funcțională a blocurilor neuropsihice, care formează sănătatea psihică, obținerea de noi cunoștințe și deprinderi de independență, inițiativă și crearea personalității integre.

Faptul că stresul psihogen se manifestă doar atunci când subiectul conștientizează importanța consecințelor factorului stresogen pentru el sau pentru ceilalți, adică, în esență, conștiința determină dacă se va dezvolta stresul psihogen sau dacă impactul factorului psihogen se va limita doar la exteriorizarea emoțiilor, constituie fundamentul posibilității unei influențe direcționate asupra dezvoltării stresului psihogen și a consecințelor sale, prin intermediul unei activități conștiente, direcționate, cognitive, emoționale și comportamentale.

BIBLIOGRAFIE

1. ФУРДУЙ, Ф. И. Проблемы стресса и преждевременной биологической деградации человека. Санокреатология. Их настоящее и будущее. В сб.: Современные проблемы физиологии и санокреатологии. Chișinău: Tipografia AȘM, 2005. ISBN 9975-62-143-0.
2. ФУРДУЙ, Ф.И., Еренкова Н.В., Вуду Л.Ф. Стресс и здоровье детей и подростков. Кишинев: Штиинца, 1994. ISBN 5-376-01699-4.

GEOGRAFIE, GEOȘTIINȚE ȘI EDUCAȚIE PENTRU DEZVOLTARE DURABILĂ: PERSPECTIVE DIDACTICE ȘI ȘTIINȚIFICE

SPAȚIILE VERZI URBANE PRIN PRISMA EDUCAȚIEI PENTRU DEZVOLTARE DURABILĂ[6]

URBAN GREEN SPACES THROUGH THE EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT APPROACH

Ala DONICA, cercetător științific coordonator, dr.,
laboratorul „Ecosisteme naturale și antropizate”,
Institutul de Ecologie și Geografie al Universității de Stat din Moldova

Viorica ANGHELUȚA, cercetător științific,
laboratorul „Geografie”,
Institutul de Ecologie și Geografie al Universității de Stat din Moldova

Ludmila CREȚU, profesoră, grad didactic I,
Colegiul de Criminologie, Administrație și Drept, municipiul Chișinău

Ala DONICA, PhD, Coordinating Scientific Researcher,
laboratory „Natural and anthropogenic ecosystems”,
Institute of Ecology and Geography of the Moldova State University
ORCID: 0000-0003-3308-8048
e-mail: aladonica1980@gmail.com

Viorica ANGHELUȚA, Scientific Researcher,
“Geography” laboratory,
Institute of Ecology and Geography of the Moldova State University
ORCID: 0009-0007-3565-0811
e-mail: vioricaangheluta@gmail.com

Ludmila CREȚU, Teacher, I-st teaching degree,
College of Criminology, Administration and Law, Chișinău municipality
e-mail: geografie1981@gmail.com

CZU: 37.015:502/504
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p208-219

Abstract. Education for Sustainable Development allows the acquisition of knowledge, skills, attitudes and values necessary to create a sustainable future; and can be addressed transversally in the formal curriculum in secondary/high school education, as well as in extra-curricular activities. Educationally, green spaces are ideal places for ecological learning activities, promoting knowledge about the environment and encouraging the community active involvement in protecting nature. Given the impact of urbanization and climate change on the local environment, this article proposes a structure of lesson that targets ecological education in urban areas. The model is based on applied learning and local studies, which help students, understand the crucial role of green spaces in environmental and life quality; and promote values such as ecological responsibility and active involvement in environmental protection

6 Cercetări realizate în cadrul Institutului de Ecologie și Geografie al Universității de Stat din Moldova, prin proiectele finanțate de Agenția Națională de Cercetare și Dezvoltare, Republica Moldova: 25.80012.7007.24SE „Fundamente pentru orașe verzi, sănătoase și reziliente - Evaluarea complexă, protecția și promovarea sustenabilității biodiversității spațiilor verzi urbane - sanogene în contextul modificărilor de mediu, inclusiv a schimbărilor climatice” (2025-2026), 010801 „Sporirea securității ecologice și rezilienței geo-ecosistemelor la modificările actuale de mediu” (2023-2027).

actions. As support, didactic and scientific materials are presented, for learning process and the development of skills. Through research and application within the local community, this model stimulates interest, pride and belonging to the environment/local environment, encouraging students to participate in sustainable environmental development activities.

Keywords: urban green spaces, urbanization, teaching project, educational skills, education for sustainable development.

Introducere

Actualmente, peste jumătate din populația lumii locuiește în orașe, iar către anul 2050, această cifră este proiectată să ajungă la peste 7 miliarde, când aproape 70% din populația lumii va fi formată din locuitori urbani. Urbanizarea la această scară are implicații profunde, cum urbele trebuie să gestioneze resursele naturale limitate, să genereze mijloace de trai și să protejeze locuitorii de impactul combinat al schimbărilor climatice, al șocurilor economice și al inegalităților sociale [1]. Deși urbanizarea este un simbol al progresului și dezvoltării umane, ea reprezintă și o amenințare gravă pentru ecosistemele naturale. Extinderea orașelor vine adesea în detrimentul habitatelor naturale, ducând la defrișări, pierderea biodiversității și alterarea peisajelor [2]. Datele recensământului populației (2024) arată că în Republica Moldova urbanizarea a crescut semnificativ, structura demografică reflectă o societate tot mai îmbătrânită, tot mai mulți moldoveni aleg să locuiască la oraș: 46,4% din populație trăiește în mediul urban, comparativ cu 39,4% în 2014, ceea ce indică o creștere de 7% a urbanizării [3].

Orașele, mai cu seamă marile aglomerări urbane, induc presiuni și amenințări asupra mediului înconjurător, generând poluarea aerului, poluarea fonică, degradarea habitatelor naturale, reducerea biodiversității locale, precum și riscuri crescute asociate cu schimbările climatice [4]. Cu toate acestea, orașele pot fi, de asemenea, campioni ai conservării prin integrarea strategică a spațiilor verzi în planificarea urbană. Necesitatea menținerii și creării în orașe a spațiilor verzi este abordată în diferite domenii ale științei: sănătate publică, psihologie, sociologie, ecologie, geografie, urbanism; iar documentele politice naționale și internaționale propun ca obiectiv furnizarea de spații publice verzi în orașe, ca parte a scopului general de îmbunătățire a calității vieții [5].

Aceste abordări reiese din faptul că spațiile verzi îndeplinesc un șir de funcții ecologice, social-culturale și economice într-un mediu urbanizat, ca: îmbunătățirea calității mediului prin reducerea poluanților și aport de oxigen în aer; conservarea resursele de apă, combaterea eroziunii solurilor și alunecărilor de teren; reducerea zgomotului; influențează pozitiv starea de sănătate fizică și psihică a oamenilor; armonizează peisajele artificiale cu cele naturale; îmbunătățește aspectul estetico-arhitectural al localităților; creează un cadru adecvat practicării sportului, turismului și altor activități recreative [6], de aceea dezvoltarea și extinderea carcasei verzi în urbe constituie obiectiv prioritar în planificările urbane [7] și revitalizarea orașelor din Republica Moldova [8].

În anul 2024, suprafața spațiilor verzi în localitățile urbane ale Republicii Moldova, a constituit 6,6 mii ha, ceea ce reprezintă 12,8% din suprafața terenurilor din intravilanul localităților urbane [9]. Repartizarea spațiilor verzi urbane pe regiuni arată că 66,1% din suprafața spațiilor verzi aparține mun. Chișinău, 15,4% – regiunii Nord, după care urmează regiunea Centru – 9,8%, regiunea Sud – 6,3% și UTA Găgăuzia – 2,4%. În top 3 localități urbane cu cea mai mare suprafață a spațiilor verzi sunt mun. Chișinău (4,4 mii ha), mun. Bălți (0,3 mii ha) și or. Călărași (0,2 mii ha). Suprafața spațiilor verzi urbane este formată în proporție de 69,0% din spații verzi de folosință generală (scuaruri, grădini, parcuri etc.), 18,6% sunt spații verzi cu acces limitat (parcuri sportive, spații verzi pe lângă instituțiile de învățământ și locuințe, spații pentru recreerea copiilor și tineretului etc.), 7,8% – spații verzi din zonele turistice și de agrement, 2,7% – spații verzi cu profil specializat (grădini botanice, zoologice și dendrologice etc.) și 1,9% – spații verzi cu funcții utilitare (plantații pentru consolidarea terenurilor și de protecție a surselor de apă etc.). Totuși, chiar dacă în mun. Chișinău, datele oficiale indică prezența unei suprafețe importante de spații verzi, repartiția lor inegală în interiorul sectoarelor administrative, sporește riscurile ecologice și de sănătate a populației, îndeosebi în cartierele nemijlocit mărginite de căi de transport, amplasate pe forme de relief cu altitudini scăzute, în calea noxelor atmosferice și practic lipsite de spații verzi (cum ar fi, spre exemplu sectorul Ciocana Veche, mărginite de străzi intens circulate – str. Voluntarilor, str. Uzinelor, str. Meșterul Manole etc., unde sunt amplasate și câteva instituții de învățământ) [10].

În contextul dezvoltării durabile – dezvoltare care este capabilă de a satisface cerințele generației prezente, fără însă a se compromite șansa generațiilor viitoare de a-și satisface, la rândul lor, propriile necesități [11] educația este un parametru important al durabilității și subliniază necesitatea includerii dezvoltării durabile în toate sistemele de învățământ și la toate nivelurile [12]. Educația pentru dezvoltare durabilă îmbină dimensiunilor socio-economice, politice, culturale și de mediu într-un tot întreg, în favoarea prosperării societății și durabilității mediului [13]. Cum durabilitatea pleacă de la ideea că activitățile umane, dar și sănătatea, siguranța socială, stabilitatea economică sunt dependente de mediul înconjurător și de resursele acestuia, educația joacă un rol crucial în formarea unei conduite responsabile, conștientizând interdependențele calitatea mediului – calitatea vieții. Prin educație se promovează conservarea biodiversității, protecția ecosistemelor locale, implicarea activă în activități ecologice și adoptarea unui comportament armonios cu natura [14].

Educația pentru Dezvoltare Durabilă include mai multe abordări metodologice interesante și inovatoare, bazate pe participarea activă și învățarea prin experiență [15; 16]. Una din metodele, des aplicate în astfel de studii, este proiectul de mediu – o cercetare realizată de elevi, coordonată de profesor și care studiază un/unele aspect(e) sau o/unele problemă(e) de mediu. În acest context, efortul principal este concentrat asupra comunităților locale, acestea fiind cea mai mare formă de organizare, în care elevii, prin dezvoltarea sentimentului de apartenență locală, aici trăiesc, se pot implica într-o mai mare măsură în conservarea și protecția mediului. Totodată, prin in-

termediul proiectului de mediu se pot integra cunoștințele despre mediu din diverse discipline școlare [17; 18].

Pentru a realiza o astfel de cercetare, cu accent pe probleme de mediu din orizontul local, *propunem un model de oră ecologică*, care abordează una din numeroasele probleme de mediu cu care se confruntă orașele, și anume spațiile verzi urbane sub impactul modificărilor de mediu. Prin acest demers ecologic țintim conștientizarea problemei (înțelegerea rolului esențial pe care spațiile verzi îl au în menținerea echilibrului ecologic în mediul urban, dar și susținerea calității vieții); formarea atitudinii pozitive (dezvoltarea unui comportament responsabil, în care elevii participă activ în protejarea și conservarea zonelor verzi); implicarea comunitară (încurajarea implicării în activități de amenajare și valorificare sustenabilă a spațiilor verzi, inclusiv a celor din jurul instituțiilor educaționale); educație continuă (care începe în familie și continuă în școală, oferind cunoștințe despre complexitatea relațiilor dintre specii și mediu); dezvoltare durabilă (care are în vizor mediul înconjurător cu toate componentele acestuia și modalități prin care se învață, se educă dragostea, grija și respectul față de mediu).

Rezultate și discuții:

Spațiul verde urban este un component de bază al mediului natural al orașului, al infrastructurii urbane, acest element prestând o serie de beneficii: îmbunătățește calitatea mediului ambiant, facilitează contactul cu natura în zonele urbane dens populate, crește atractivitatea acestora, oferă confort urban și spațiu de comunicare pentru locuitori, contribuie la menținerea stării de sănătate a populației etc., ceea ce argumentează necesitatea abordării acestei tematici în orele ecologice, opționale, în cadrul diverselor discipline școlare.

În contextul urbanizării accelerate și al modificărilor de mediu, inclusiv a riscurilor asociate, educația pentru dezvoltare durabilă vizează dezvoltarea de competențe, valori și atitudini necesare pentru a trăi în armonie cu mediul înconjurător. UNESCO promovează activ integrarea acestui concept în educația școlară, subliniind necesitatea conștientizării tinerei generații cu privire la legătura strânsă dintre calitatea mediului și bunăstarea vieții. Astfel, prin educați se formează comportamente responsabile față de mediul înconjurător și este încurajată implicarea activă a tinerilor în activitățile de protecție și gestionare sustenabilă a resurselor naturale. Spațiile verzi – componente vitale ale orașelor – au un impact semnificativ asupra mediului și calității vieții urbane. Aceste spații sunt vitale pentru conservarea biodiversității, reducerea poluării și pentru îmbunătățirea stării de bine a locuitorilor. În plus, spațiile verzi reprezintă un element cheie în educația ecologică, având un impact educativ semnificativ prin valorile și beneficiile asociate, facil percepute de către elevi.

În această direcție, articolul propune un model educațional axat pe spațiile verzi urbane, care poate fi implementat în școli, în cadrul disciplinelor educaționale de bază (geografie, biologie) sau la ore opționale ecologice. Modelul propus are la bază problematica locală a mediului urban și a spațiilor verzi, punând accent pe im-

portanța acestora în menținerea echilibrului ecologic al orașelor și pe rolul esențial pe care îl au în promovarea unei dezvoltări sustenabile. Prin implicarea elevilor în cercetări și activități legate de protecția mediului urban, acest model contribuie nu doar la dezvoltarea competențelor ecologice, dar și la formarea unor valori durabile, precum responsabilitatea față de mediul înconjurător și apartenența locală. Un alt aspect esențial este implicarea comunității locale în protejarea și gestionarea sustenabilă a spațiilor verzi. Educarea elevilor, în acest sens, le va stimula interesul față de problemele ecologice locale și le va încuraja să participe activ la proiecte/inițiative ecologice, ceea ce va duce la dezvoltarea unui sentiment de satisfacție și de responsabilitate socială. Mai mult, prin integrarea acestui model educațional în școlile din mediul urban, se va promova învățarea prin experiență, iar elevii vor înțelege importanța lor ca agenți ai schimbării în protecția mediului.

În concluzie, ora ecologică propusă este un pas important în direcția educației pentru dezvoltare durabilă, contribuind la formarea conștiinței ecologice, în paralel cu implicarea activă în protecția spațiilor verzi urbane. Acest model, susținut și adaptat de profesori, va integra problemele ecologice locale în activitățile didactice, consolidând astfel legătura elevilor cu mediul înconjurător și stimulând un comportament sustenabil.

*Prin acest articol, propunem un model de oră ecologică, opțională la discipline: *Geografie, Biologie, Educație ecologică, Educație pentru dezvoltarea comunității*.

PROIECT DIDACTIC

Unitatea de învățare: *Calitatea, valorificarea și protecția mediului în lume și în Republica Moldova*.

Numărul lecției în unitatea de conținut (conform proiectării didactice de lungă durată): Lecția 9 cu tematica *Calitatea, valorificarea și protecția vegetației naturale* sau 13 *Conservarea și protecția naturii și a patrimoniului cultural*.

Subiectul lecției: „Spațiile verzi urbane – fundamente pentru orașe verzi, sănătoase și reziliente modificărilor de mediu”.

Durata lecției: 45 min

Tipul lecției: lecție de formare de competențe, de însușire a cunoștințelor noi și de dezvoltare a capacităților.

Unități de competență:

2.1. Estimarea realității geografice a lumii contemporane prin raportarea la auxiliare statistice, grafice și cartografice.

3.2. Proiectarea unor acțiuni de soluționare a situațiilor-problemă ale lumii contemporane în funcție de dinamica acestora.

5.2. Realizarea proiectelor de valorificare rațională a patrimoniului natural și cultural din perspectiva dezvoltării sustenabile.

Obiectivele lecției: La finele lecției, elevii vor fi capabili:

O_1 – Să definească principalele noțiuni relaționate spațiilor verzi, în baza surselor de informare;

O_2 – Să descrie problemele de mediu, identificate în spațiile verzi urbane, în baza algoritmului: cauze/surse de impact – consecințe – măsuri de prevenire și combatere;

O_3 – Să explice abordarea „soluții bazate pe natură" în gestionarea sustenabilă a spațiilor verzi urbane;

O_4 – Să-și exprime părerea proprie asupra cantității/ calității spațiilor verzi urbane și a beneficiilor de mediu prestate de către acestea, pe exemplul orașului natal, în baza chestionarului ecologic;

O_5 – Să argumenteze importanța acțiunilor individuale în protecția mediului.

Resurse informaționale și metodologice:

Resurse didactice:

- I. Codreanu, S. Roșcovan, Geografie: Republica Moldova și lumea contemporană,
- Manual pentru clasa a XII-a Editura Bons Offices, Chișinău 2024.
- Curriculum național. Aria curriculară Educație socio-umanistică, disciplina Geografie, clasele X-XII, aprobat la Consiliul Național pentru Curriculum (proces-verbal nr. 22 din 5 iulie 2019). Atlasul geografic, hărți tematice, resurse TIC. https://am.gov.md/ https://www.esa.int/

Resurse materiale: manual școlar, harta contur, notebook, proiector, tablă interactivă.

Forme de organizare a activității: frontală; în grup; individuală.

Tehnologii didactice:

- ***Resurse procedurale:*** discuție dirijată, brainstorming, explicația, studiu de text, agenda cu notițe, lucru cu manualul, harta și tabelele, analiza cauză-efect, joc didactic, problematizare.

- ***Forme de organizare a activității:*** activitate frontală, activitate pe grupuri, activitate individuală.

- ***Evaluarea:*** conversație de verificare, observarea participării active, analiza hărții și a datelor, completarea tabelelor și schemelor, rezolvarea situațiilor/întrebărilor-problemă, argumentarea soluțiilor propuse.

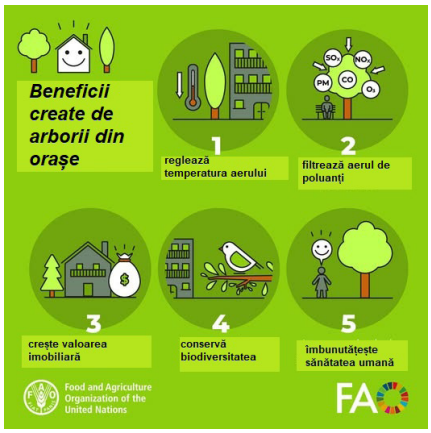
Scenariul lecției

Etapele activității didactice	***Obiective***	***Conținutul lecției***	***Timp (min.)***	***Tehnologia realizării*** (Metodă/Formă de activitate/Resurse)
Evocare *Implică-te!*		❖ Moment organizatoric. Captarea atenției. ❖ Identificarea subiectului lecției: discuții despre importanța arborilor în orașe, aportul lor la îmbunătățirea calității mediului, sănătății oamenilor și la minimizarea/atenuarea problemelor de mediu din orașe. Întrebări introductive: *Care este rolul arborilor în oraș? Ce reprezintă un spațiu verde? Care sunt factorii cu impact negativ asupra spațiului verde urban?* Se proiectează o schiță/un film scurt (1-2 min) cu spațiul verde urban – valori, beneficii și provocări. – Schița: „Beneficii prestate de către arborii din orașe" – Anexa 1.1 sau Anexa 1.2. – Surse video (la alegere): FAO, 5 beneficii ale arborilor din orașe: https://www.tiktok.com/@fao/video/6856427189752139013 One Tree Planted: 10 motive de a planta arbori în orașe: https://www.youtube.com/watch?v=-dInYw-WNdlY ❖ Anunțarea subiectului și obiectivelor lecției.	2 3	Discuție dirijată, brainstorming ghidat Activitate frontală, cu implicarea întregii clase Imagini tematice, Secvență video, Schiță

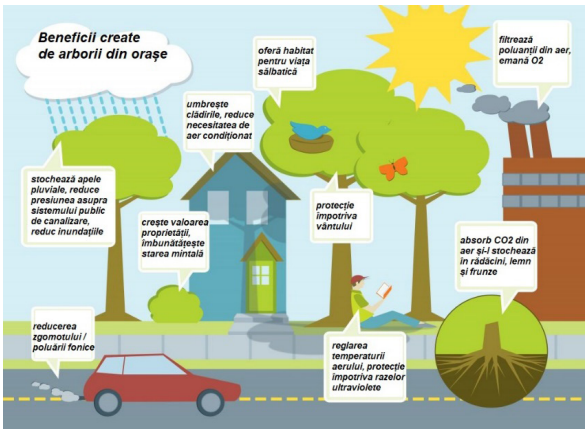
<table>
<tr><th>Etapele activității didactice</th><th>Obiective</th><th>Conținutul lecției</th><th>Timp (min.)</th><th>Tehnologia realizării (Metodă/Formă de activitate/Resurse)</th></tr>
<tr><td>Realizarea sensului
Informează-te!
Analizează!
Aplică!</td><td>O_1

<

Etapele activității didactice	***Obiective***	***Conținutul lecției***	***Timp (min.)***	***Tehnologia realizării*** (Metodă/Formă de activitate/Resurse)
Reflecție *Apreciază!* *Argumentează!*	O_5	❖ Consolidarea cunoștințelor în limbaj propriu. Lucru în grup: fiecare grup primește o situație-problemă din spațiile verzi urbane. Elevii răspund la întrebările: – - Care este problema? – - Ce surse o provoacă? – - Cum se poate acționa sustenabil? ❖ Se prezintă soluțiile în fața clasei (1 min per grup). ❖ Aprecierea elevilor.	7 1	Învățarea prin cooperare, problematizarea, argumentarea, conversația reflexivă, joc didactic. Activitate pe grupuri (analiza situațiilor-problemă), activitate frontală (prezentarea soluțiilor, feedback).
Extindere *Acționează!*		❖ Temă pentru acasă: tema pag. 28-31. ❖ Alcătuiește o schemă *Beneficii create de spațiile verzi urbane pentru mediu și sănătatea umană* și propune cel puțin 3 acțiuni/măsuri prin care comunitatea ta, inclusiv tu, poate (poți) contribui la dezvoltarea sustenabilă a orașului natal.	2	Învățarea prin aplicare, problematizarea, modelarea schematică. Activitate individuală (sarcini la tema pentru acasă).



Beneficii prestate de arbori



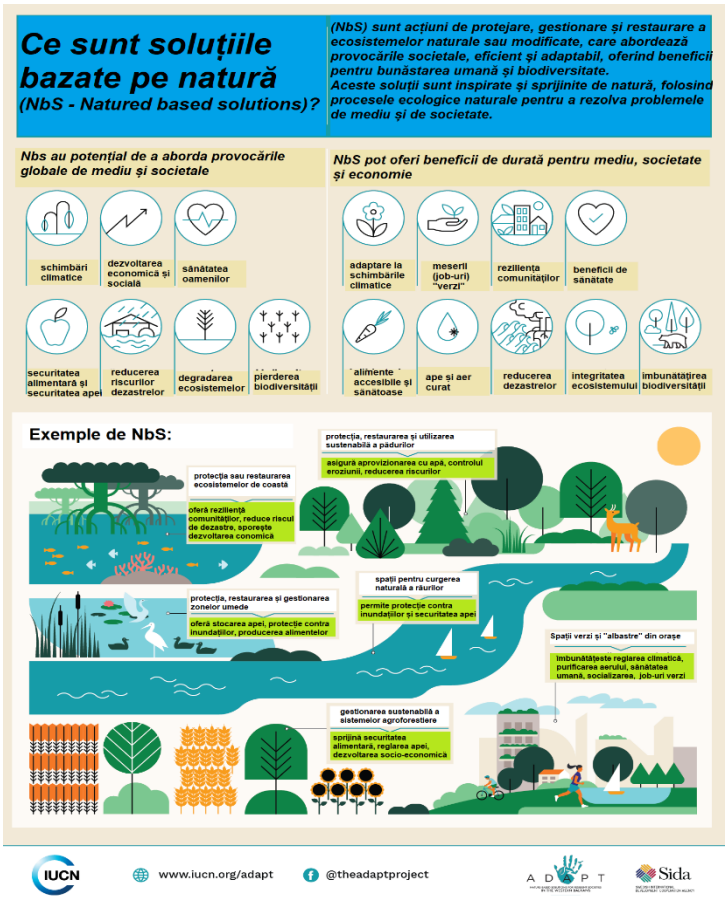
Beneficii create de către arborii din orașe



Spațiile verzi urbane și importanța lor pentru mediu și societate



Standardul aplicat spațiilor verzi urbane de Uniunea Internațională de Conservare a Naturii (IUCN) și Organizația Mondială a Sănătății (OMS)



Soluții bazate pe natură în gestionarea mediului din orașe

BIBLIOGRAFIE

1. FAO GREEN CITY PRINCIPLES AND CRITERIA. *A pathway for defining, activating and recognizing integrated urban action. Food and Agriculture Organization of the United Nations*, Rome, 2025. 20p.
2. LEE D. Urban green spaces: The role of cities in ecosystem conservation. Ukrainian Journal of Ecology. 2023, 13: 4-6.
3. Biroul Național de Statistică. *Rezultatele preliminare ale Recensământului Populației și Locuințelor 2024*. Disponibil on-line: https://statistica.gov.md/ro/rezultatele-preliminare-ale-recensamantului-populatiei-si-locuintelor-2024-10077_61626.html
4. CHIRIAC D., HUMĂ C., STANCIU M. *Spațiile verzi – o problemă a urbanizării actuale*. În: Calitatea vieții, XX, nr. 3–4, 2009, p. 249–270.
5. HUMĂ C. *Spații verzi urbane în sprijinul calității vieții populației*. În: Calitatea vieții, Vol. 33, Nr. 1 (2022), p.1-19.
6. Legea Nr. 591 din 23-09-1999 cu privire la spațiile verzi ale localităților urbane și rurale. Publicat: 02-12-1999 în Monitorul Oficial Nr. 133-134 art. 649.
7. ATHOKPAM V., CHAMROY T.,NGAIRANGBAM H. *The Role of Urban Green Spaces in Mitigating Climate Change: An Integrative Review of Ecological, Social, and Health*

Benefits. Environmental Reports -International Journal. 2024, Vol.6., Issue 1, p. 10-14. Disponibil online: https://er.researchfloor.org/the-role-of-urban-green-spaces-in-mitigating-climate-change-an-integrative-review-of-ecological-social-and-health-benefits/

8. Ghid privind Revitalizarea Urbană pentru orașele din Republica Moldova. Ministerul Agriculturii, Dezvoltării Regionale și Mediului. 2020. 75 p.
9. Biroul Național de Statistică. *Infrastructura străzilor din localitățile urbane în anul 2024*. Banca de date statistice. Mediul înconjurător. Infrastructura edilitară. Disponibil on-line: https://statistica.gov.md/ro/infrastructura-strazilor-din-localitatile-urbane-in-anul-2024-9572_61762.html
10. BEGU A. Studiul ecobioindicației în Republica Moldova și implementarea ei în monitoringul calității mediului.Autoreferatul tezei de doctor habilitat în biologie.Academia de Științe a Moldovei. Ministerul Mediului. Institutul de Ecologie și Geografie. Chișinău, 2010. 46 p.
11. Transforming our World: The 2030 Agenda For Sustainable Development. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015. Disponibil: https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld
12. Education for Sustainable Development in Action. *Education for Sustainable Development. Sourcebook*. UNESCO Education Sector. Learning and Training Tools N4, 2012, 51 p.
13. DONICA, A. Valori și particularități ale educației pentru dezvoltarea durabilă. In: *Perspectivele și Problemele Integrării în Spațiul European al Cercetării și Educației*. Cahul: Tipografia „CentroGrafic" SRL, Cahul, 2016, Vol.2, pp. 10-14. ISBN 978-9975-88-011-4.
14. DONICA A. *Educația pentru dezvoltare durabilă a mediului: Curs universitar*. Chișinău: S.n., 2017 (Tipogr. "Garomont Studio"). - 240p. ISBN 978-9975-136-35-8
15. Education for Sustainable Development in Biosphere Reserves and other Designated Areas - A Resource Book for Educators in South-Eastern Europe and the Mediterranean. United Nations Cultural Organization. Venice Office. Man and the Biosphere Programme, 2013, 258 p.
16. Notele Explicative privind Strategia de Educație Pentru Dezvoltare Durabilă, elaborată de Națiunile Unite. Disponibil: http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/esd/01_Typo3site/ExplanatoryNoteENGcep.ac.13.2004.8.add.2.e.pdf
17. DONICA, A. Valori ale patrimoniului natural reflectate în cursul «Educație pentru dezvoltare durabilă". In: *Cercetarea și valorificare patrimoniului național și universal în învățământul preuniversitar: Patrimoniul cultural național și universal în sistemul educațional*, 22-23 aprilie 2016, Chișinău. Chișinău, Republica Moldova: SRL „Garomont Studio", 2016, pp. 141-148. ISBN 978-9975-46-291-4.
18. SOCHIRCĂ V., CURECHERU S.,GAJU M. Valențe educaționale ale studierii orizontului local / ținutului natal prin intermediul lucrărilor practice la geografie în învățământul gimnazial din Republica Moldova. In: *Studia Universitatis Moldaviae*, 2021, nr.5 (145), seria Științe ale Educației. p.65-73. ISSN 1857-2103

ÎNVĂȚAREA GEOGRAFIEI ȘCOLARE PRIN INVESTIGAȚII INTERDISCIPLINARE ÎN ORIZONTUL LOCAL

LEARNING SCHOOL GEOGRAPHY THROUGH INTERDISCIPLINARY INVESTIGATIONS IN THE LOCAL HORIZON

Nina VOLONTIR, conf. univ., dr.,
UPS „Ion Creangă" din Chișinău,
Tudor CASTRAVEȚ, conf. univ., dr.,
UPS „Ion Creangă" din Chișinău

Nina VOLONTIR, PhD, Associate Professor,
"Ion Creanga" SPU of Chisinau,
ORCID: 0009-0001-8329-7297
e-mail: volontir.nina@upsc.md
Tudor CASTRAVEȚ, PhD, Associate Professor,
"Ion Creanga" SPU of Chisinau,
ORCID: 0000-0003-1657-4271
e-mail: castravet.tudor@upsc.md

CZU:373.016:91
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p220-230

Abstract. This paper proposes a conceptual and methodological framework for teaching school geography through interdisciplinary investigations in the local horizon. The approach is based on field inquiry and on the integration of geography with related school subjects such as biology, mathematics, chemistry, physics, history, literature, and the Romanian language. The model is illustrated through two case studies from southern Republic of Moldova: *Grădina Turcească*, located within the Lower Dniester Ramsar Wetland, and the *Văleni Outcrop*. These examples highlight the possibility of combining observation, analysis, measurement, experimentation, interviews, and landscape description within a coherent educational approach. The paper argues that investigating natural elements in the local horizon supports interdisciplinary learning, the development of investigative skills, and the formation of a responsible attitude toward the natural environment.

Keywords: interdisciplinarity, school geography, local horizon, geographical investigation, field-based learning

Introducere

Cultura generală a elevului din secolul XXI nu mai poate fi redusă la acumularea separată a cunoștințelor disciplinare. Ea presupune formarea unei viziuni integrate asupra realității, dezvoltarea gândirii critice, creative și capacitatea de a acționa responsabil în contexte complexe. În acest sens, abordările interdisciplinare apropie învățarea de problemele reale ale societății și contribuie la formarea competențelor necesare pentru parcursul școlar, profesional și civic al elevilor [7; 8; 9].

Interdisciplinaritatea răspunde necesității de a depăși granițele artificiale dintre discipline și de a analiza fenomenele ca sisteme interconectate. Ea permite elevilor să înțeleagă relațiile dintre cauze, procese și efecte, nu doar elemente izolate. În acest tip de demers, învățarea devine mai activă și mai personalizată, iar profesorul are rolul de organizator și facilitator al situațiilor de învățare. Activitățile se bazează pe investigație, colaborare, observare directă și aplicarea cunoștințelor în contexte concrete, accentul deplasându-se de la transmiterea fragmentată a informației spre construirea unei înțelegeri unitare [3; 12].

Abordarea interdisciplinară pornește de la premisa că nicio disciplină școlară nu constituie un domeniu izolat, ci poate fi corelată cu alte arii de cunoaștere [4, 65]. În cazul Geografiei, investigarea mediului local valorifică metode specifice, dar și procedee comune biologiei, matematicii, chimiei, fizicii, istoriei, limbii și literaturii române. Elevii observă direct terenul, colectează și analizează date, interpretează hărți, utilizează tehnologii digitale și formulează concluzii privind interacțiunile dintre componentele naturale și cele antropice ale mediului. Acest proces este compatibil cu modelul investigației geografice, care presupune formularea întrebărilor, colectarea informațiilor, organizarea, analiza și comunicarea rezultatelor [13].

Orizontul local reprezintă spațiul apropiat elevului, accesibil observației directe și investigației de teren. Valorificat didactic, acesta transformă mediul cunoscut într-un laborator de învățare, în care pot fi studiate fenomene precum relieful, clima locală, solurile, vegetația, hidrografia, utilizarea terenurilor, riscurile naturale sau schimbările produse de activitatea umană. Activitățile de teren susțin învățarea experiențială, dezvoltă competențe de observare, măsurare, cartografiere și interpretare, contribuind la formarea unei imagini coerente asupra mediului geografic [12; 14].

Materiale și metode aplicate

Elementele naturale investigate și prezentate în această lucrare sunt concordante zonei de stepă din sudul Republicii Moldova: rezervația peisajeră, *Pădurea Turcească* (zona umedă Ramsar) și monumentul natural geologo-paleontologic, *Aflorimentul de la Văleni*. Metodele aplicate în investigațiile geografice cu elevii în orizontul local, în conexiune cu metode de investigație caracteristice altor discipline școlare conexe (biologie, chimie, fizică, matematică, istorie, limba și literatura română) exprimă caracterul interdisciplinar al investigațiilor realizate. De exemplu, pentru identificarea anumitor conexiuni care să reflecte o investigație asupra unei arii naturale protejate, a unui afloriment natural din ținutul natal se poate realiza sub raport geografic, matematic, chimic, biologic, fizic, ecologic, socio-uman. Fiecare disciplină școlară aplică metode speciale/specifice și un anumit limbaj, contribuind astfel la o investigare complexă a obiectivului. Corelarea acestora constituie o activitate cu un accentuat aspect interdisciplinar. În continuare prezentăm exemple de metode de investigație care oferă disciplinele școlare conexe geografiei în organizarea și desfășurarea investigațiilor interdisciplinare geografice în mediul local cu elevii. În Figura 1 este reprezentată schema conceptuală a demersului investigației realizate.

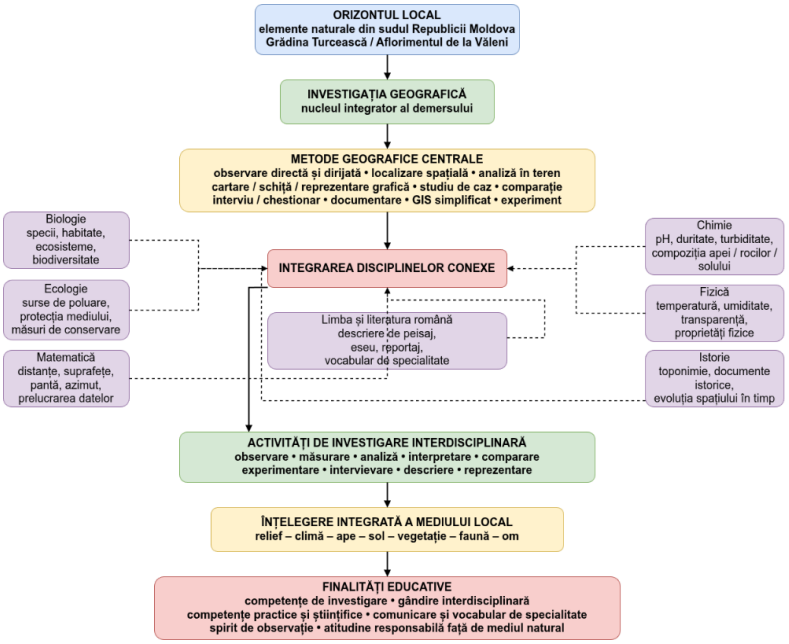


Figura 1. Schema conceptuală

Geografia vine cu metode de observare directă și observare dirijată referitor la localizarea spațială a obiectivului investigat, la originea, rolul și impactul asupra mediului - metoda cartografică, metoda modelării și reprezentării grafice (modele grafice asupra reprezentării caracteristicilor generale ale obiectivului investigat), metoda studiului de caz, metoda anchetei, interviului, chestionarului, metoda comparativă, documentare, GIS simplificat, experimentul etc.

Ecologia oferă metodologia de identificare a surselor de poluare, a măsurilor și a activităților posibile de protejare a obiectivului studiat. Aplicarea metodelor geografice și ecologice în investigațiile geografice la nivel local transformă elevul din simplu receptor de informație în **participant activ la cunoașterea mediului**. Aceste metode consolidează învățarea practică, dezvoltă competențe științifice și cultivă respectul față de spațiul geografic apropiat

Matematica va prezenta metode de măsurare și calculare a distanțelor reale, a înălțimii unui obiect, orientarea în spațiu cu ajutorul unghiurilor (azimut), determinarea suprafeței unui teren, parc etc, calcularea pantei unui versant. Beneficiile metodelor matematice aplicate în studiile geografice cu elevii facilitează dezvoltarea gândirii logice și spațiale, îmbinarea teoriei cu aplicațiile practice, încurajează învățarea interdisciplinară (matematică + geografie).

Biologia prezintă metode de identificare, de descriere a asociațiilor vegetale și a comunităților lumii animale, de identificare a speciilor de plante și animale din zona studiată, de analiză a tipurilor de ecosisteme locale (pajiște, pădure, luncă, parc), de observare a modificărilor sezoniere ale vegetației, compararea a două ecosisteme locale (zonă urbană/zonă rurală), testarea compoziției tipurilor de sol, întocmirea fișelor de observație pentru diferite habitate, elaborarea unui portofoliu cu fotografii,

schițe, date colectate referitor la biodiversitatea mediului local etc. Metodele biologice creează legături între geografie și biologie, facilitând înțelegerea ecosistemului ca sistem unitar (relief – climă – ape – vegetație – lumea animală – sol – om).

Chimia vine cu metode de laborator privind determinarea proprietăților chimice ale apei din sistemul hidrografic (determinarea pH apei, duritatea apei, turbiditatea apei etc), cu reacții chimice specifice: identificarea ploilor acide, conținutul de carbonat de calciu în roci, în sol etc. Avantajele educaționale ale aplicării metodelor chimice în investigații geografice constau în consolidarea legăturii dinte chimie – geografie – ecologie.

Fizica prezintă metode de laborator și metode aplicate direct în teren bazate pe măsurarea parametrilor fizici: determinarea proprietăților fizice ale apei din bălți, iazuri, pâraie (temperatura, transparența, culoarea), măsurarea temperaturii aerului, solului, observarea relației dintre umiditate și tipul vremii, observarea stări de agregare a componentelor de mediu etc. Astfel, elevii învață să explice procesele geografice prin legi fizice și să înțeleagă relația dintre mediu și factorii naturali din spațiul local.

Istoria oferă metode specifice, cum ar fi: metodologia studiului originii toponimului (denumirea localității, străzilor, dealurilor văilor etc), metoda comparativ-istorică, analiza documentelor istorice, chestionarul de opinie, interviu individual sau de grup privitor la importanța obiectivelor investigate pentru viața și sănătatea locuitorilor etc. Metodele istorice sunt foarte utile pentru înțelegerea evoluției spațiului în timp (evoluția așezărilor umane, utilizarea terenurilor, populație, economie, peisaj etc).

Literatura și limba română vine cu metode de descriere literară a peisajului într-o compunere literară sau eseu geografic, de analiză a textelor literare care evocă natura și peisajul, reportajul geografic, metode de îmbogățire a vocabularului geografic și științific. Integrarea metodelor din limba și literatura română în investigația geografică dezvoltă competențe de comunicare și analiză, stimulează atașamentul față de spațiul local, transformă investigația geografică într-o experiență interdisciplinară și reflexivă.

Rezultate și discuții

Investigații asupra Rezervației peisagistice „Grădina Turcească”. Elevii, fiind ghidați de către profesor, pot desfășura investigații geografice interdisciplinare asupra caracteristicilor generale ale Rezervației peisajere ‚*Grădina Turcească*, spre exemplu: localizarea spațială, istoria și evoluția rezervației, diversitatea morfologică și biogeografică, **valoarea naturală**, **cultural-peisajeră**, ecoturistică, educațională etc.

Informații generale despre Rezervația peisajeră „Grădina Turcească”. Rezervația peisajeră, *Grădina Turcească*, amplasată în inima Zonei umede Ramsar *Nistrul Inferior*, reprezintă o suprafață de 224 ha, cu vegetație forestieră, vegetație praticolă (totalitatea plantelor ierboase care cresc pe pajiști și fânețe), acvatică și palustră, atribuită la categoria Rezervații peisagistice [2]. Rezervația peisajeră *Grădina Turcească* este cea mai estică rezervație din Republica Moldova (Figura 2). Acest spațiu păstrează o istorie culturală distinctă. Potrivit legendei, în timpul dominației turcești aici

se afla o tabără turcească unde se adunau produse alimentare de la localnici, pentru aprovizionare, care mai apoi erau transportate pe apele râului Nistru [8]. Zona era folosită și pentru navigație pe râul Nistru. Pădurea din jur era frecventată de turci și boieri ai cetății Tighina, spațiu utilizat pentru vânătoare și recreere, fapt care explică denumirea sa tradițională de Pădurea *Grădina Turcească*.

Teritoriul Grădinii Turcești se încadrează altimetric între 3 și 6 metri peste nivelul mării și este traversat în mare parte de două dintre meandrele albiei vechi părăsite (Nistrul Chior) ale fluviului Nistru (Figura 3), de păduri palustre, pajiști de baltă, forme geomorfologice rare și o rețea de bălți ceea ce favorizează caracterul său hidromorf. În nordul ariei protejate se află un sector cu vegetație de stepă.

În cea mai mare parte, rezervația peisageră reprezintă o suprafață cu vegetație forestieră, acvatică și palustră, atribuită la categoria „ecosisteme forestiere de stejar pedunculat (*Quercus robur*), plop (*Populus alba*) și salcie (*Salix alba*) din luncile râurilor" [5, pag. 1] Această rezervație a fost creată în scopul conservării și protejării celor mai pitorești ecosisteme palustre și acvatice. Grădina Turcească este un adevărat refugiu pentru biodiversitate. Prezintă un mare interes din punct de vedere floristic și peisagistic. Vegetația este structurată pe trei etaje distincte:

- ***Etajul arborilor*** cuprinde 21 de specii, în special de stejar, plop și frasin;
- ***Subarboretul*** este format din 17 specii de arbuști [5, pag. 4];
- ***Covorul ierbos***: în arealul acestuia au fost identificate 194 de specii de plante erbacee dintre care 9 specii de plante rare [6, pag. 201].

Diversitatea morfologică și biogeografică specifică zonei umede „Nistrul Inferior" a creat condiții favorabile pentru dezvoltarea unei faune bogate de mamifere (54 de specii), avifaună, faună herpetologică, ihtiologică, entomofaună în aria naturală protejată *Grădina Turcească*. Printre speciile protejate și vulnerabile se numără vidra,



Figura 2. Localizarea Rezervației peisajere „*Grădina Turcească*"
(Sursa Wikipedia)

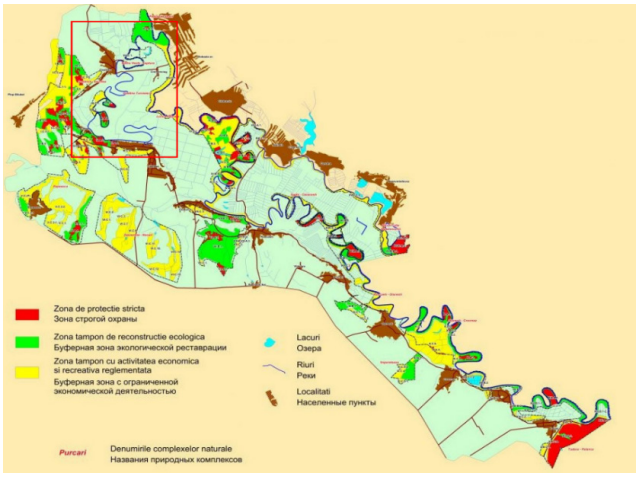


Figura 3. Localizarea geografică a Rezervației peisajere „*Grădina Turcească*" în cadrul „*Nistrului Chior*"
(Sursa: https://lower-dniester.org/zonareateritoriului)

nurca europeană și pisica sălbatică, toate incluse în Cartea Roșie a Republicii Moldova. Avifauna este deosebit de variată, fiind compusă din specii deosebite precum șoimul dunărean, acvila țipătoare și lebăda cucuiată, toate având statut de protecție la nivel internațional. Fauna herpetologică este dominată de specii comune zonelor umede, precum broasca mare de lac, broasca de copac și șarpele de apă, care joacă un rol important în echilibrul ecologic local [11]. De asemenea, rezervația este un loc important pentru migrarea păsărilor și un loc preferat pentru observarea acestora, mai ales în perioadele de migrație. *Grădina Turcească* are valoare nu doar naturală, ci și cultural-peisagistică, fiind inclusă în circuite de ecoturism și trasee de explorare a patrimoniului natural al Nistrului Inferior. Trăsăturile de bază ale potențialului turistic sunt valoarea peisagistică, bogăția lumii animale și vegetale ș. a. Zona rămâne importantă pentru educație ecologică, pentru cercetare, dar și ca destinație de recreere în natură, de odihnă în timpul verii a localnicilor.

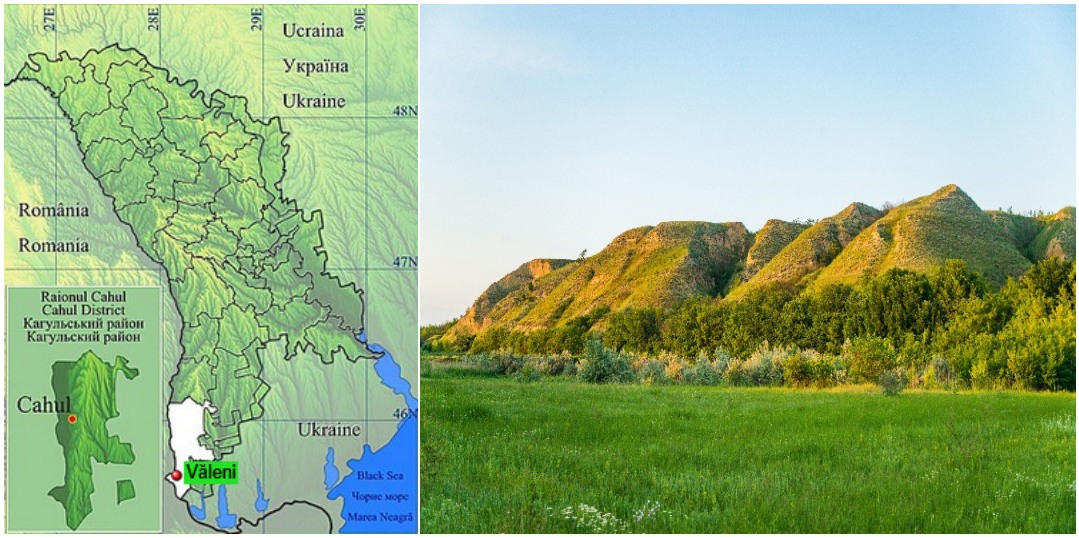
Tabel 1. Metodologia interdisciplinară în raport cu investigația geografică asupra Rezervației peisajere „Grădina Turcească"

Nr	Disciplina școlară	Metode de investigație aplicabile în teren	Competențe formate la elevi
1.	**GEOGRAFIA (disciplina centrală)**	Metoda: Observarea directă; Observare dirijată; Localizarea spațială; Experimentul; Modele grafice referitor la caracteristicile generale ale rezervației; Analiza geomorfologică (relief, procese de dezagregare, alterare, procese de eroziune, de acumulare); Schiță panoramică a peisajului. Analiza hidrologică (sector de râu, bălți). Fotografiere.	- Aplicarea metodelor de investigație geografică în teren; - Lucrul în echipă; - Dezvoltarea spiritului de protejare a mediului; - Dezvoltarea capacității de a întocmi/elabora reprezentări grafice în teren; - Dezvoltarea aptitudinilor de a completa Fișe de investigații geografice asupra componentelor mediului local; - Valorizarea durabilă a patrimoniului natural; - Corelarea factorilor naturali și antropici.
2.	**ISTORIA**	Metode de studiere a originii toponimului; Interviu cu comunitatea locală (despre schimbări privind starea ecologică, protejarea peisajului, biodiversității, valorizarea patrimoniului natural în timp istoric);	- Înțelegerea evoluției spațiului geografic în timp; - Corelarea factorilor naturali cu cei istorici; - Valorizarea patrimoniului cultural și istoric.

Nr	Disciplina școlară	Metode de investigație aplicabile în teren	Competențe formate la elevi
3.	**BIOLOGIA**	Metoda observației sistematice a florei și faunei; Metode de prelevare și analiză a probelor biologice; Metodologia de identificare a relațiilor/lanțurilor trofice; Studiul biodiversității (specii de ierburi, arbuști, arbori, plante acvatice, alte organisme specifice: insecte, amfibii, păsări); Metodologia elaborării unui mini-erbar sau album/catalog foto.	- Identificarea și clasificarea speciilor de plante/animale; - Înțelegerea funcționalității ecosistemelor; - Dezvoltarea spiritului de protejare a biodiversității.
4.	**CHIMIA**	Metoda de determinare a pH-ului apei și solului; Testarea durității apei; Analiza indicatorilor de poluare (depuneri, alterări chimice; mirosul și culoarea apei din băltoace). Analiza compoziției chimice a rocilor.	- Aplicarea metodelor experimentale; - Interpretarea rezultatelor analizelor chimice; - Conștientizarea impactului activităților umane asupra mediului.
5.	**FIZICA**	Metodologia de măsurare a temperaturii aerului/apei/solului; Metode de determinare a umidității aerului, măsurarea presiunii atmosferice. Analiza fenomenelor optice, culoarea cerului, formarea curcubeului.	- Aplicarea legilor fizicii direct în natură; - Utilizarea instrumentelor de măsură; - Analiza fenomenelor naturale.
6.	**MATEMATICA**	Metode aplicate pentru măsurători și estimări; Reprezentarea grafică a datelor; Metodologia de calculare procentuală a prezenței speciilor de plante identificate; Metodologia de calculare a suprafețelor pe plan, hartă.	- Prelucrarea și interpretarea datelor statistice; - Utilizarea corectă a unităților de măsură; - Dezvoltarea gândirii logice și analitice.
7.	**LITERATURA/ LIMBA ROMÂNĂ**	Metode de redactare a jurnalului de teren; Interviul; Redactarea descrierii literare a peisajului; Metode de dezvoltare a vocabularului geografic, științific și expresiv.	- Dezvoltarea competențelor de comunicare scrisă și orală; - Îmbogățirea vocabularului geografic și științific; - Exprimarea sensibilității în raport cu natura.

Investigații asupra Monumentului geologo-paleontologic „Aflorimentul de la Văleni”. În arealul monumentului geologo-paleontologic Aflorimentul de la Văleni pot fi realizate investigații geografice interdisciplinare cu elevii referitor la morfologia colinelor, la structura geologică a substratului, asupra vestigiilor paleontologice, potențialului de atracție turistică etc.

Informații despre caracteristicile generale ale Aflorimentului de la Văleni. Aflorimentul de la Văleni, o „salbă de coline", este amplasat la 0,5km sud de satul Văleni, raionul Cahul, pe versantul din stânga al văii râului Prut (Figura 4). În popor li se mai spune *Colinele de aur*, denumirea provenită de la aspectul deosebit al acestora, datorat nuanțelor galben-aurii a argilei, mai cu seamă la apusul soarelui și care atrag de departe atenția călătorilor. Conform unor aprecieri recente, acest monument geologo-paleontologic ocupă o suprafață de cca 0,83 ha. Aflorimentul de la Văleni reprezintă un monument al naturii, un sit geologic cu mai multe nivele stratigrafice de vârstă pliocenă și pleistocenă, argumentate paleontologic [1, 104-105]. Mai mulți cercetători au descoperit, în stratele de roci apărute la suprafață, din cauza eroziunii, vestigii geologice și paleontologice care „mărturisesc" despre procesele geologice ce au avut loc în acest spațiu timp de milenii. În sedimentele aluviale din afloriment au fost descoperite reminiscențe scheletice de mamifere, fragmente de măsele (de mamut, rinocer, elefant-de-sud, elefant trogontier ș. a.), cochilii de moluște de apă dulce, dinți de rozătoare și alte vietăți care s-au perindat în această zonă cu milioane de ani în urmă [1, 105]. *Colinele de Aur* sunt un punct de reper important în peisajul stepei din sudul Republicii Moldova. De pe vârful colinelor se deschide o priveliște impresionantă asupra satului Văleni și a lacului Beleu. Acest afloriment reprezintă un loc potrivit și important pentru cercetări geologice și paleontologice ale pliocenului și pleistocenului la nivel european și global (concretizarea limitelor biostratigrafice, reconstituiri paleogeografice etc) [1, 105]. Amplasarea acestei arii protejate în proximitatea Rezervației științifice „Prutul de Jos" relevă un potențial și o atracție turistică ridicată, unde vizitatorii, turiștii, naturaliștii pot admira și explora un peisaj spectaculos și unic.



A **B**

Figura 4. A - Localizare: Aflorimentul de la Văleni.
B - Vedere asupra Aflorimentului de la Văleni
(Sursă: **A** - Wikipedia; **B** - Wikimedia)

Tabel 2. Metodologia interdisciplinară în raport cu investigația geografică asupra Aflorimentului de la Văleni

Nr	Disciplina școlară	Metode de investigație aplicabile în teren	Competențe formate la elevi
1.	**GEOGRAFIA (disciplina centrală)**	Metoda observației directe asupra aflorimentului; Localizarea spațială a obiectului; Cartare geografică/desen de teren/ schiță panoramică; Desenarea profilului geologic; Analiza geologică, geomorfologică (structura substratului geologic, relieful, procese de eroziune, de acumulare); Fotografiere; Documentare GIS simplificat; Descrierea interpretativă.	- Localizarea și înregistrarea pozițiilor obiectivelor investigate în teren; - Identificarea structurii și compoziției substratului geologic din afloriment; - Constatarea orientării stratelor de roci; - Recunoașterea formelor de relief din spațiul investigat; - Întocmirea unui profil geologic simplificat;
2.	**ISTORIA**	Metode de studiu referitor la originea toponimului; Analiza documentelor istorice și cartografice; Interviuri cu localnici despre protejarea peisajului;	- Compararea hărților vechi cu poziția actuală a aflorimentului; - Organizarea și desfășurarea Interviului cu localnici; - Percepția schimbărilor în peisaj de-a lungul timpului istoric.
3.	**MATEMATICA**	Metode de cuantificare și modelare: Măsurători directe pe teren (cu bandă metrică: lungimea, înălțimea), Calculul pantei; Reprezentări grafice: diagrame, grafice, profiluri etc.	- Înțelegerea legăturii directe dintre date brute și interpretarea lor cantitativă; - Reprezentarea grafică a datelor de teren (histograme, etc); - Aplicarea unor formule de determinare a indicilor morfometrici ai reliefului.
4.	**CHIMIA**	Metode de testare a compoziției chimice a rocilor; Compararea proprietăților chimice între probe prelevate de roci; Metode de testare a pH-ului solului. Metode de corelare între date chimice și factori geografici.	- Utilizarea de indicatori sau a pH-ului simplificat; - Experimentarea reacțiilor simple cu acizi (de ex. acid acetic) pentru a detecta carbonatul de calciu; - Interpretarea reactivității rocilor; - Identificarea/Relatarea compoziției chimice la tipuri de roci din afloriment.

5.	**BIOLOGIA**	Metode de investigație asupra ecosistemului asociat aflorimentului: Metode de observare a speciilor de plante și animale, de microfaună, de reminiscențe fosile de faună și floră; Metode de observare a solului; Fotografiere; Metodologia elaborării unui mini-herbar.	- Înțelegerea legăturii/relațiilor habitat – tip de rocă; - Corelarea compoziției rocii/ solului cu biodiversitatea; - Înțelegerea interacțiunilor între geosistem și biosistem.
6.	**FIZICA**	Metode de testare a densității rocilor (prin metodă de deplasare a apei); Testarea durității rocilor (aplicând Scala Mohs simplificată); Analiza texturii superficiale a rocilor (cu aplicarea lupei sau a microscopului simplu);	- Aplicarea Scalei Mohs simplificată la determinarea durității rocilor din afloriment; - Observarea cu lupă sau cu microscop simplu;
7.	**LITERATURA/ LIMBA RĂMÂNĂ**	Metode de Identificare a referințelor la peisaj în scrieri literare locale. Metode de redactare a descrierii literare a aflorimentului; Metode de dezvoltare a vocabularului geografic, științific și expresiv.	- Dezvoltarea competenței de a aplica în descrierile geografice a unui stil literar; - Expunerea orală bine structurată, vorbire coerentă; - Elaborarea unui eseu geografic structurat.

Ca finalitate, produsul creat de către elevi drept rezultat al investigațiilor geografice interdisciplinare în orizontul local, poate fi materializat într-un *Poster științific, Portofoliu de teren, Prezentare digitală, Plan de măsuri preventive propus de către elevi* etc.

Concluzii. Investigația geografică interdisciplinară asupra componentelor mediului local (rezervație peisajeră, afloriment geologic natural, peisaj geomorfologic etc), permite integrarea reală a disciplinelor școlare conexe într-un demers aplicativ. Elevii înțeleg că mediul natural reprezintă un sistem complex, unde procesele și fenomenele geografice, biologice, fizice, chimice și istorice sunt interconectate. Activitatea de investigare geografică interdisciplinară cu elevii în orizontul local contribuie la dezvoltarea competențelor transversale (elevii învață să privească, să analizeze un fenomen local din mai multe perspective, înțelegând relațiile cauză-efect), a competențelor științifice investigaționale (observație, analiză logică, critică și integratoare; aplicarea cunoștințelor teoretice în studii practice pe teren; gândire interdisciplinară; comunicare științifică și creativă), precum și la formarea unei atitudini responsabile față de patrimoniul natural local. Prin urmare, investigația geografică se bazează pe un caracter interdisciplinar pronunțat, integrând metode și concepte din diverse domenii, oferind o înțelegere profundă, complexă și sistemică a realității spațiale. Prin corelarea și aplicarea metodelor de investigație din disciplinele școlare conexe geografiei, elevii învață să observe, să integreze cunoștințe din mai multe discipline șco-

lare; să analizeze un fenomen natural din diferite perspective; să-și dezvolte abilități practice și de gândire logică, critică, analitică și integratoare în procesul educațional.

BIBLIOGRAFIE

1. DAVID, A., PASCARI, V., NICOARA, I., BEGU, A., SANDU, M., URSU, A., POSTOLACHE, Gh. Ariile naturale protejate din Moldova. Monumente ale naturii: geologice, paleontologice, hidrologice, pedologice. Vol. 1. Editura Știința. Chișinău, 2016, p. 104-105. ISBN 978-9975-85-058-2.
2. Legea privind fondul ariilor naturale protejate de stat, Monitorul Oficial al RM, 16.07.1998, nr. 66-68, art. 442.
3. MARICA, E. Transdisciplinaritatea. Asociația Profesorilor din România. 2016. Disponibil: https://www.asociatia-profesorilor.ro/transdisciplinaritatea.html. Accesat: 20.05.2026.
4. POPA Z., ACHIRI I. Abordarea interdisciplinară a demersului didactic în aria curriculară limbă și comunicare. În: Dialog intercultural polono-moldovenesc. Culegere de studii. Materialele Congresului Științific Internațional Polono-Moldo-Român: Educație-Politică-Societate. Vol. III, nr.2. 2019. Chișinău, pp. 60-68. ISBN 978-9975-76-273-1.
5. POSTOLACHE Gh. Aria protejată Grădina Turcească. În: Mediul Ambiant. nr.3 (51). 2010. pp.1-7. ISSN: 1810-9551.
6. POSTOLACHE, Gh. Ariile naturale protejate din lunca Nistrului de Jos. În: Academician L. S. Berg – 145 de ani. Editura: Eco-TIRAS, 2021, pp. 200–205.
7. TURCU, L. N., TURCU, D. A. Abordarea conținuturilor învățării prin prisma interdisciplinarității și transdisciplinarității, Resurse, Didactica Tribuna Învățământului 20 februarie 2017, Didactica https://tribunainvatamantului.ro/abordarea-continuturilor-invatarii-prin-prisma-interdisciplinaritatii-si-transdisciplinaritatii/ http://www.tribunainvatamantului.ro.
8. OECD learning compass 2030: Concept note series [Insert specific note title here]. OECD Publishing, 2019. https://www.oecd.org/education/2030-project/
9. SCOTT, C. L. The futures of learning 2: What kind of learning for the 21st century? (Education, Research and Foresight Working Papers, No. 14). UNESCO. UNESCO Digital Library, 2015.
10. Pădurea „Grădina Turcească". Visit.MD. https://www.visit.md/ro/tour/gradina-turceasca/. Accesat 20 May 2026.
11. Rezervația peisageră „Grădina Turcească". EnjoyTravel, https://www.enjoytravel.md/ro/rezervația-peisageră-„grădina-turcească". Accesat la 20 Mai 2026.
12. Geographical Association. The Importance of Fieldwork. Geographical Association, geography.org.uk. Accesat la 20 mai 2026.
13. National Geographic Education. Geo-Inquiry Process: Educator Guide
14. Royal Geographical Society. Local Fieldwork Toolkit

CONFIGURAȚIA SPAȚIALĂ A DISPARITĂȚILOR TERITORIALE ÎN REPUBLICA MOLDOVA: O MODELARE FACTORIALĂ GEOSPAȚIALĂ BAZATĂ PE RPL - 2024[7]

SPATIAL CONFIGURATION OF TERRITORIAL DISPARITIES IN THE REPUBLIC OF MOLDOVA: A GEOSPATIAL FACTORIAL MODELING BASED ON THE 2024 POPULATION AND HOUSING CENSUS

Vadim CUJBĂ, lector univ., dr.,
UPS „Ion Creangă" din Chișinău,
Rodica SÎRBU, conf. univ., dr,
Universitatea Tehnică a Moldovei
Dorin LOZOVANU, cercetător științific coordonator, dr.,
Institutul de Ecologie și Geografie a USM

Vadim CUJBĂ, PhD, University Lecturer,
„Ion Creanga" SPU of Chișinău,
ORCID: 0000-0002-0451-1217
e-mail: cujba.vadim@upsc.md,
Rodica SÎRBU, PhD, Associate Professor,
Technical University of Moldova
ORCID: 0000-0001-7892-8747
e-mail: rodica.sirbu@icg.utm.md
Dorin LOZOVANU, PhD, Scientific Research Coordinator,
Institute of Ecology and Geography of SUM
ORCID: 0000-0003-0999-8041
e-mail: dorinlozovanu@yahoo.com

CZU: 911.3:314.17(478)
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p231-238

Abstract. The article analyzes the spatial configuration of territorial disparities in the Republic of Moldova using preliminary data from the 2024 Population and Housing Census (PHC). The study proposes a transition from the descriptive analysis of fragmented indicators to a composite factorial modeling aimed at providing a precise diagnosis of territorial resilience at the level of administrative-territorial units (ATUs). The methodology employs Principal Component Analysis (PCA) on a correlation matrix validated by the Kaiser-Meyer-Olkin test (KMO = 0,71) and Bartlett's test of sphericity ($p < 0,001$), covering the entire set of first-level administrative-territorial units. The results highlight two principal components that together explain 75,4% of the total variance. The first component (PC1-55,3%) defines the axis of socio-economic dynamism, showing a strong correlation with population variation, employment rates, and educational attainment. The second component (PC2-20,12%)

7 Articol elaborat în cadrul colaborării cu Biroul Național de Statistică (BNS) pentru redactarea Notelor analitice în baza datelor Recensământului Populației și Locuințelor-2024. De asemenea, cercetarea a beneficiat de suportul financiar al bugetului de stat prin intermediul Subprogramului de cercetare 01.08.01: „Sporirea securității ecologice și rezilienței geo-ecosistemelor la modificările actuale de mediu" (perioada 2024-2027).

reflects structural vulnerabilities associated with demographic aging and social dependency. Based on these dimensions, the study proposes a ranking of ATUs through a Composite Demographic Index (CDI-2024), a tool designed to substantiate asymmetric regional development policies. The results confirm the persistence of major gaps between economic growth poles and the rural periphery undergoing structural decline.

Keywords: Republic of Moldova; territorial disparities; factorial modeling; 2024 PHC; Principal Component Analysis.

Republica Moldova traversează în prezent una dintre cele mai profunde crize demografice din istoria sa recentă, fiind adesea descrisă în literatura de specialitate și în rapoartele internaționale drept o țară aflată în pragul unei catastrofe structurale [3]. Această realitate nu este doar o problema de ordin statistic, ci reflectă o fragilitate profundă a echilibrului socio-economic, unde declinul numeric al populației este dublat de o degradare a structurilor pe vârste și de o presiune migrațională constantă. Această configurație este amplificată de o distribuție spațială profund dezechilibrată, în care inegalitățile regionale continuă să se accentueze în pofida eforturilor de politici publice din ultimul deceniu [9]. În timp ce potențialul demografic și economic tinde să se concentreze masiv în câteva centre urbane mai importante, restul teritoriului se confruntă cu un proces de „deșertificare" funcțională.

Fenomenul concentrării potențialului demografic în centrele urbane mari, în special în municipiul Chișinău, subliniază eșecul politicilor de coeziune teritorială [8]. Disparitățile dintre *centru hiper-dezvoltat și periferia rurală* nu mai pot fi explicate doar prin prisma veniturilor, ci necesită o abordare multidimensională care să includă accesul la piața muncii, nivelul de educație și gradul de dependență socială.

Astfel, situația satelor din Republica Moldova reprezintă un exemplu important pentru spațiul european, deoarece demonstrează că scăderea numărului de locuitori poate fi fie gestionată prin strategii inteligente, fie poate conduce, în absența intervențiilor, la dispariția serviciilor publice esențiale [7].

În acest context, diseminarea rezultatelor finale ale Recensământului Populației și Locuințelor din 2024 [1; 2], realizat în conformitate cu Legea nr.231/2022 [5], reprezintă o bază de date actualizată necesară pentru o reevaluare a disparităților teritoriale. Aceste date noi permit depășirea estimărilor indirecte și oferă un cadru obiectiv al dinamicii demografice reale. Totuși, volumul semnificativ de date colectate impune o schimbare de paradigmă metodologică: trecerea de la simpla descriere a unor indicatori fragmentați către o modelare factorială compozită. Această abordare este esențială pentru a identifica „reziliența teritorială" la nivelul fiecărei unități administrativ-teritoriale (UAT), oferind o bază științifică pentru ierarhizarea regiunilor în funcție de vulnerabilitatea lor.

Mai mult, necesitatea unei diagnoze teritoriale precise este impusă și de parcursul de aderare a Republicii Moldova la Uniunea Europeană. Conform ultimelor rapoarte de țară [4], consolidarea capacității statistice și reducerea decalajelor regionale reprezintă priorități strategice pentru accesarea fondurilor de preaderare și coeziune. Prezentul studiu își propune să răspundă acestor imperative, utilizând Analiza Com-

ponentelor Principale (PCA) pentru a sintetiza complexitatea indicatorilor RPL – 2024 într-un Indice Demografic Compozit (IDC).

Materiale și metode de cercetare

Fundamentarea conceptuală a cercetării (Figura 1) urmărește un parcurs logic de la identificarea disparităților teritoriale și a disfuncționalităților în profil local, către o soluție sintetică bazată pe datele RPL 2024. Având în vedere volumul mare de date brute și dificultatea interpretării indicatorilor fragmentați, studiul propune utilizarea Analizei Componentelor Principale (PCA) ca instrument de diagnoză și ierarhizare.

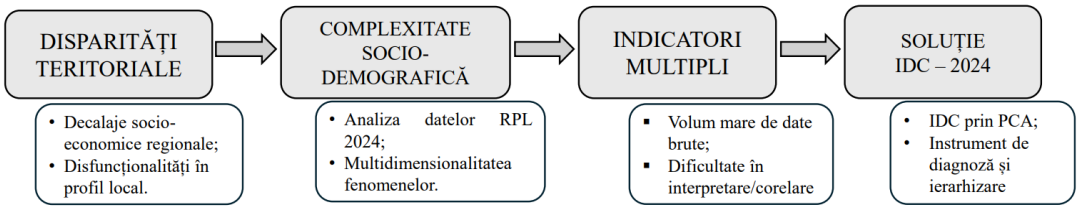


Figura 1. Fluxul conceptual al modelării disparităților teritoriale prin Indicele Demografic Compozit (IDC)

Selecția variabilelor și nivelul de analiză. Cercetarea vizează toate cele 36 de unități administrativ-teritoriale (UAT) de nivelul al doilea din Republica Moldova. Trecerea de la analiză descriptivă a indicatorilor individuali la modelarea compozită permite o diagnoză precisă a rezilienței teritoriale la nivel local. Pentru a depăși viziunea fragmentată a abordărilor tradiționale, au fost selectați 10 indicatori multidimensionali din baza de RPL-2024.

Validarea statistică a modelului. Pentru a asigura robustețea modelului PCA, au fost aplicate teste specifice de validare:

Testul Kaiser-Meyer-Olkin (KMO): A înregistrat o valoare de 0,71 indicând o adecvare bună a datelor pentru analiză factorială.

Testul de sfericitate Bartlett: Rezultatul obținut ($p<0,001$) confirmă existența corelațiilor necesare între variabile pentru reducerea dimensiunilor prin factori comuni.

Criteriul valorilor proprii (Eigenvalues). Analiza a reținut factorii cu valori proprii mai mari de 1,0, respectiv 5,53 pentru prima componentă și 2,01 pentru cea de-a doua. Acest model explică cumulat o pondere de 75,4% din varianța totală, confirmând faptul că structura factorială este robustă și reprezentativă pentru disparitățile teritoriale din Republica Moldova. Adecvarea modelului PCA, evaluată prin criteriul Kaiser, indică o capacitate ridicată de a sintetiza complexitatea datelor RPL-2024 fără o pierdere semnificativă de informație statistică. Prima componentă (PC1) explică 55,3% din varianța totală, în timp ce a doua componentă (PC2) acoperă încă 20,12% din fenomen, oferind o diagnoză multidimensională precisă a unităților administrativ-teritoriale.

Tabelul 1. Rezultatele analizei componentelor principale (PCA) pentru modelul IDC-2024

Componentă (PC)	Valoarea proprie	Varianță explicată (%)	Cumulativ (%)
1	5,530550	55,3	55,3
2	2,012550	20,1	75,4
3	0,854925	8,5	84,0
4	0,778595	7,8	91,8
5	0,321824	3,2	95,0
6	0,201794	2,0	97,0
7	0,118279	1,2	98,2
8	0,111168	1,1	99,3
9	0,045543	0,5	99,8
10	0,024772	0,2	100

Sursă: Calculele autorului în programul Jamovi (v.2.3), bazat pe motorul de calcul statistic R, utilizând datele preliminare ale RPL-2024 (BNS, 2024).

Rezultate și discuții

Interpretarea rezultatelor obținute prin modelarea PCA permite identificarea factorilor care dictează configurația spațială a disparităților din Republica Moldova. Analiza corelațiilor dintre variabilele inițiale și prima componentă principală (PC1) evidențiază ponderea diferențiată a indicatorilor în definirea rezilienței teritoriale (Figura 2).

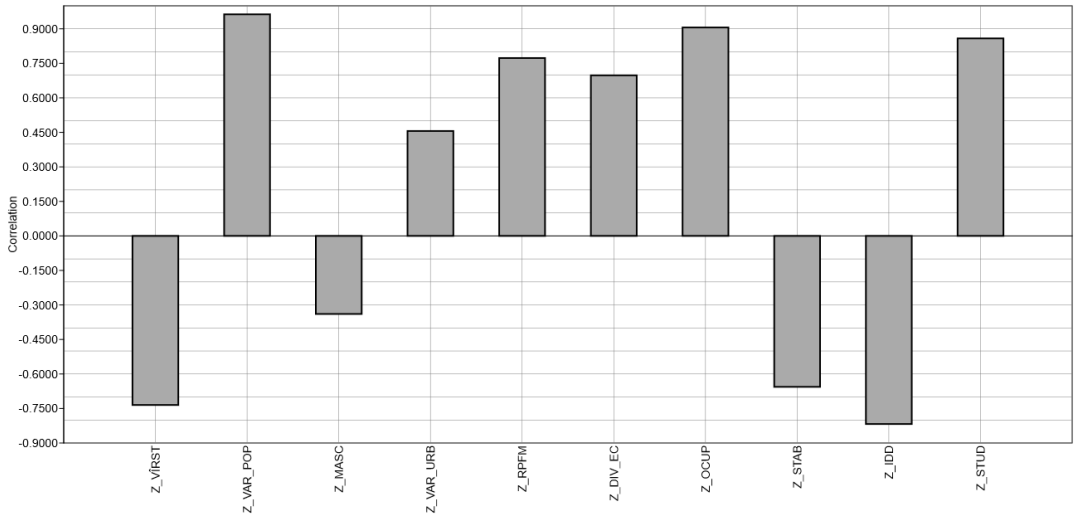


Figura 2. Corelația variabilelor socio-demografice cu prima componentă principală (PC1/IDC)

Analiza contribuției variabilelor. După cum se observă în Figura 2, prima componentă principală, care explică 55,3% din varianța totală, este puternic influențată de indicatorii legați de vitalitatea demografică și capitalul uman:

Indicatori cu influență pozitivă maximă. Cele mai ridicate valori ale corelației sunt înregistrate de rata de variație a populației (Z_VAR_POP peste 0,90), indicele agregat al ocupării forței de muncă (Z_OCUP, circa 0,90) și nivelul studiilor (Z_STUD, peste 0,85). Acest lucru confirmă faptul că polii de dezvoltare sunt acele UAT- care reușesc să atragă populația activă și calificată.

Indicatorii cu influență negativă (vulnerabilități). La polul opus, variabile precum structura pe vârste (Z_VIRST, -0,75) și Indicele de dependență demografică (Z_IDD, peste -0,80) prezintă corelații negative puternice. Această relație inversă demonstrează ca îmbătrânirea accentuată acționează ca un factor de frânare, erodând capacitatea de reziliență a regiunilor periferice. Aceste corelații subliniază faptul că disparitățile teritoriale din Republica Moldova nu sunt doar numerice, ci și structurale, opunând zonele urbane dinamice zonelor rurale marcate de un regres demografic cronic.

Configurația spațială a disparităților (IDC-2024). Reprezentarea cartografică a Indicelui Demografic Compozit confirmă ipoteza unei fragmentări teritoriale severe, unde dinamica națională este dictată de câteva *insule de creștere* izolate într-o masă teritorială marcată de regres. Analiza scorurilor factoriale permite gruparea unităților administrativ-teritoriale în cinci clase distincte, reflectând niveluri diferite de stabilitate și potențial de dezvoltare:

Clasa I. Polul de hiper-concentrare [Scor Z: 1,5-2,8]. Municipiul Chișinău reprezintă singura entitate care prezintă o valoare extremă a Indicelui Demografic Compozit, situându-se la o distanță statistică considerabilă de restul țării. Aglomerația Chișinău acționează ca un pol major de atracție pentru resursele umane, financiare și economice, consolidând un model de dezvoltare monocentric care accentuează disparitățile. În contextul datelor RPL-2024, Chișinău este singur pol capabil să genereze o reziliență endogenă, beneficiind de un flux constant de populație tânără și activă care compensează procese naturale de îmbătrânire.

Clasa II. Centrul de polarizare secundară și centura periurbană [Scor Z: (0,2) și (1,5)] include municipiul Bălți și raioanele Ialoveni, Orhei, Criuleni, Dubăsari, Ungheni și UTAG. Această clasă grupează unități cu potențial de dezvoltare ridicat, dar cu profiluri diferite. Pe de o parte, includem centura periurbană a capitalei (Ialoveni, Criuleni și Dubăsari) care beneficiază de proximitatea Chișinăului. Pe de altă parte, regăsim noduri regionale precum Bălți și Ungheni, alături de unitatea autonomă UTAG, care reușesc să mențină un echilibru între resursele umane calificate și dinamismul economic local.

Clasa III. Zone de stabilitate relativă [Scor Z: (0,2) și (-0,2)]. Această clasă reunește unități administrativ-teritoriale care funcționează ca nuclee de echilibru în rețeaua de națională de localități (Soroca, Drochia, Strășeni, Rezina, Călărași, Anenii Noi.) Aceste raioane reușesc să mențină o masă critică de populației datorită func-

țiilor urbane consolidate de centrele de raion. Din punct de vedere statistic, aceste unități tind spre media națională, dar cu tendință de scădere.

Clasa IV. Zone de vulnerabilitate structurală [Scor Z: (-0,2) și (-0,5)]. În această categorie intră unități administrative unde presiunea demografică a depășit capacitatea de regenerare naturală a sistemului (Cahul, Florești, Fălești, Sîngerei, Telenești, Glodeni). Elementul de alarmă este includerea unor centre regionale importante precum Cahul, în această zonă de vulnerabilitate. În aceste UAT-uri, procesele de îmbătrânire demografică și emigrarea selectivă a forței de muncă au început procesul de erodare a structurii sociale. Aceste teritorii reprezintă zone de tranziție critică, unde declinul structural devine vizibil prin degradarea funcțiilor economice locale și creșterea indicelui de dependență demografică.

Clasa V. Periferia marginalizată și devitalizată [Scor Z (-0,5) și (-1,0)]. Această categorie este cea mai alarmantă, cuprinzând unitățile din extremitățile de nord (Ocnița, Briceni, Edineț) și sud (Cantemir, Ștefan Vodă, Basarabeasca) ale țării. Prezența unor centre raionale importante, precum Edineț, în aceasta clasă de vulnerabilitate maximă, evidențiază gravitatea crizei demografice. Aceste zone necesită o regândire a intervențiilor publice, trecând de la modelele de creștere clasică la strategii de adaptare, esențiale pentru o populație cu un grad ridicat de dependență.

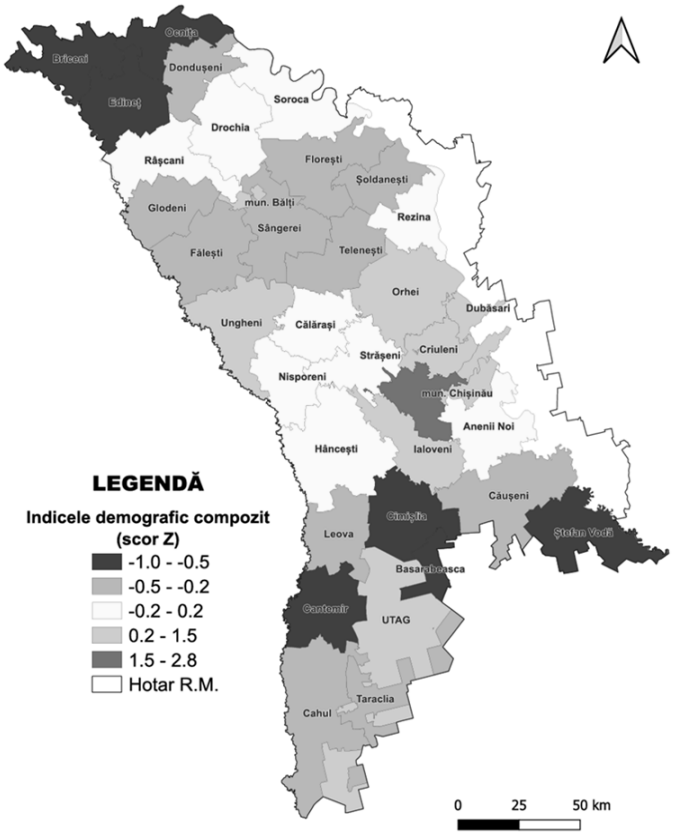


Figura 3. Tipologia unităților administrativ-teritoriale conform Indicelui Demografic Compozit (2024)

Această ierarhizare pe cinci niveluri evidențiază un model de fragmentare teritorială de tip *centru-periferie*, în care distanța față de principalii poli de creștere dictează gradul de reziliență al fiecărei unități administrative.

Concluzii

1. Cercetarea demonstrează că utilizarea Analizei Componentelor Principale (PCA) pe datele RPL-2024 oferă o rigoare statistică superioară metodelor clasice, reușind să sintetizeze 75,4% din variabilitatea teritorială în doar doi factori dominanți.
2. Rezultatele confirmă ipoteza unei fragmentări teritoriale severe, dominată de o macrocefalie urbană în jurul municipiului Chișinău (Clasa I), care funcționează ca un pol major de atracție pentru capitalul uman, în contrast cu periferia rurală aflată în regres cronic (Clasa V).
3. O constatare majoră a studiului este includerea unor centre regionale, precum Cahul sau Edineț, în zone de vulnerabilitate structurală ridicată (Clasele IV și V), ceea ce indică faptul că funcțiile administrative nu mai pot compensa degradarea structurilor demografice pe vârste.
4. Ierarhizarea UAT-urilor prin Indicele Demografic Compozit (IDC-2024) impune o schimbare în politicile de dezvoltare regională: trecerea de la investiții liniare la strategii asimetrice, aliniate obiectivelor strategice de coeziune socială prevăzute în Strategia națională de dezvoltare „Moldova Europeană 2030" (Legea Nr. 315/2022). Dacă pentru polii de creștere economică (Clasele I și II) sunt necesare politici de stimulare a inovării, pentru regiunile periferice prioritățile trebuie să vizeze gestiunea declinului și menținerea infrastructurii sociale de bază.
5. Diagnoza oferită de IDC-2024 constituie un suport decizional necesar pentru fundamentarea viitoarelor programe de coeziune teritorială, în contextul parcursului de aderare a Republicii Moldova la Uniunea Europeană.

BIBLIOGRAFIE

1. BIROUL NAȚIONAL DE STATISTICĂ AL REPUBLICII MOLDOVA (BNS). Rezultatele Recensământului Populației și Locuințelor din anul 2024: Caracteristicile economice ale populației. Chișinău, 2024. [Online]. Disponibil: https://statistica.gov.md/ro/bns-a-diseminat-datele-rpl-2024-cu-privire-la-12_62107.html [accesat 2026-03-02].
2. BIROUL NAȚIONAL DE STATISTICĂ AL REPUBLICII MOLDOVA (BNS). Rezultatele Recensământului Populației și Locuințelor din anul 2024: Caracteristicile demografice, migraționale și educaționale ale populației. Chișinău, 2024. [Online]. Disponibil: https://statistica.gov.md/ro/rezultatele-finale-ale-rpl-2024-privind-caracteristicile-demografice-migrational-12_61954.html [accesat 2026-03-02].
3. CAŁUS, K. A disappearing country. Moldova on the verge of a demographic catastrophe. OSW Commentary. Centre for Eastern Studies (OSW). 08.01.2025. [Online]. Disponibil: https://www.osw.waw.pl/en/publikacje/osw-commentary/2025-01-08/a-disappearing-country-moldova-verge-a-demographic-catastrophe [accesat 2026-03-04].

4. EUROPEAN COMMISSION. Commission Staff Working Document: Republic of Moldova 2024 Report. SWD (2024) 698 final. Brussels, 30.10.2024 [Online]. Disponibil: https://www.eeas.europa.eu/sites/default/files/documents/2024/Moldova%20Report%202024.pdf [accesat 2026-03-02].
5. LEGEA Nr.231 din 28.08.2022 privind recensământul populației și locuințelor din Republica Moldova. În: Monitorul Oficial Nr.267-273 din 26.08.2022
6. LEGEA Nr.315 din 17.11.2022 pentru aprobarea Strategiei naționale de dezvoltare „Moldova Europeană 2030". În: Monitorul Oficial Nr.409-410 din 21.12.2022.
7. TONY BLAIR INSTITUTE FOR GLOBAL CHANGE. Can Moldova Point the Way Through Europe's Rural-Depopulation Challenge? Commentary. 24.10.2025. [Online]. Disponibil: https://institute.global/insights/geopolitics-and-security/can-moldova-point-the-way-through-europes-rural-depopulation-challenge [accesat 2026-02-04].
8. UNFPA MOLDOVA. Demographic potential of Moldova concentrated in cities. 22 September 2016 [Online]. Disponibil: https://moldova.unfpa.org/en/news/demographic-potential-moldova-concentrated-cities [accesat 2026-03-10].
9. WORLD BANK. In Moldova, Rising Regional Inequality Can Be Addressed Through Policy Action, Says World Bank. 25 September 2018. [Online]. Disponibil: https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2018/09/25/in-moldova-rising-regional-inequality-can-be-addressed-through-policy-action-says-world-bank [accesat 2026-03-02].

EVALUAREA IMPACTULUI ANTROPIC ASUPRA STĂRII HIDROMORFOLOGICE A RÂURILOR DIN BAZINUL SĂRATA

ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC IMPACT ON HYDROMORPHOLOGICAL STATE OF THE RIVER OF THE SARATA BASIN

Ana JELEAPOV, dr.,
Institutul de Ecologie și Geografie,
Universitatea de Stat din Moldova

Ana JELEAPOV, PhD,
Institute of Ecology and Geography,
Moldova State University
ORCID: 0000-0002-2210-7621
e-mail: ana.jeleapov@usm.md

CZU: 556.53:504(478)
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p239-244

Abstract. The study is dedicated to the assessment of the anthropogenic impact on the hydrological and hydromorphological state of rivers exceeding 10 km in length within the Sărata basin, located in the southern part of the Republic of Moldova. The main methods used are taken from the GD 657/2024 for the approval of the Methodology for the analysis of pressures and the assessment of anthropogenic risks within the river basin districts and the Construction Normative document Determination of hydrological characteristics for the conditions of the Republic of Moldova. The obtained results highlight the fact that the anthropogenic impact on the hydrological state is low to medium, the reservoirs reduce the water resources on average for 5 small rivers, agricultural activities have a small influence on the losses of water resources, on the other hand, urbanization determines an average increase in them only in the case of two small rivers, in total the anthropogenic influence causes a change within the limits of -21.2 – +5.8% of the water flow of the rivers in the Sărata basin. The hydromorphological state is primarily influenced by water accumulations, the number of reservoirs built on the course, being up to 19 and only one river is not subject to this pressure. Another impact factor is the canals built in the river floodplains, which however have a medium influence on the state of two small rivers. Finally, out of 8 small rivers, the hydromorphological state is moderately influenced in the case of 6 rivers, and for 2 rivers the anthropogenic impact is minimal. Of major importance is the initiation of hydrological and hydromorphological monitoring, as well as the rehabilitation of the rivers within the basin.

Keywords: human impact, water resources, hydromorphology, Sarata

Introducere

În Republica Moldova, modificările albiilor, poluarea și diminuarea debitelor râurilor afectează direct ecosistemele acvatice și de luncă dar și siguranța populației. Impactul antropic asupra râurilor mici este semnificativ și are efecte negative

de lungă durată asupra mediului și societății. Schimbările climatice afectează major resursele de apă a râurilor, deosebit de influențate fiind râurile mici și medii ale țării [1; 5]. În acest sens, gestionarea corectă a râurilor și este esențială pentru dezvoltarea durabilă a țării. Urgența întreprinderii măsurilor este esențială pentru reabilitarea râurilor și menținerea resurselor de apă.

Prezenta cercetare este dedicată evaluării impactului antropic asupra stării hidrologice și hidromorfologice a râurilor din cadrul bazinului Sărata, situat în partea de sud a Republicii Moldova. Principalele obiective sunt: stabilirea resurselor de apă a râurilor pilot, determinarea impactului antropic asupra resurselor de apă, evaluarea modificărilor hidromorfologice a râurilor sub acțiunea activității umane.

Cercetarea este efectuată în cadrul proiectului instituțional 010801 Sporirea securității ecologice și rezilienței geo-ecosistemelor la modificările actuale de mediu, implementate de Institutul de Ecologie și Geografie, Universitatea de Stat din Moldova, pentru perioada 2024-2027.

Zona de cercetare, metode și materiale de studiu

Bazinul pilot ales pentru cercetarea prezentă este Sărata. Acesta este situat în partea de sud a Republicii Moldova, râul Sărata fiind un important afluent al râului Prut. Suprafața bazinului este de 701 km², perimetru – 178 km, panta bazinului 5°, altitudinea medie – 138 m, maximă fiind de circa 320-325 m. Gradul de asimetrie este de -0,11, partea dreaptă fiind puțin mai mare decît cea stângă. Forma bazinului este alungită, factorul de formă fiind de 0,22, iar de circularitate 0,28. Densitatea rețelei de drenaj este de 1,32 km/km². Râul principal este Sărata, lungimea circa 65 km, sinuozitate – 1,23, căderea 220 m, panta 3,2°. Circa 52% din suprafața bazinului este acoperită de teren arabil, viile și livezile constituind circa 4-5% din total, iar localitățile circa 3%. Terenurile acoperite de pășuni/fânețe formează circa 12% iar cele de arbuști și păduri circa 24%. Suprafețele specifice zonelor umede și apelor sunt de 1%. Râurile principale considerate pentru prezentul studiu sunt cele ce depășesc 10 km: Sărata (65 km), afluenții de dreapta Covurlui (11 km), Valea Ceadârului (13 km), Valea Florii (14,3 km), Valea Oracului (29,1 km), Sărata Galbena (18 km), si de stânga Sărățica (19 km), Valea Cânicâi (10,2 km).

Monitorizarea râului Sărata a fost efectuată de către Serviciul Hidrometeorologic de Stat periodic pe parcursul anilor 1959-1974 [8; 9; 10], în total fiind 10 de monitorizare.

Evaluarea impactului antropic asupra caracteristicilor hidrologice și hidromorfologice ale râurilor pilot a fost efectuată utilizând recomandările din cadrul Hotărârii de Guvern HG 657/2024 pentru aprobarea Metodologiei privind analiza presiunilor și evaluarea riscurilor antropice în cadrul districtelor bazinelor hidrografice [3] și Codului practic în construcții Determinarea caracteristicilor hidrologice pentru condițiile Republicii Moldova. CP D.01.05-2012 [2]. Suportul cartografic a fost elaborat cu ajutorul QGIS [6].

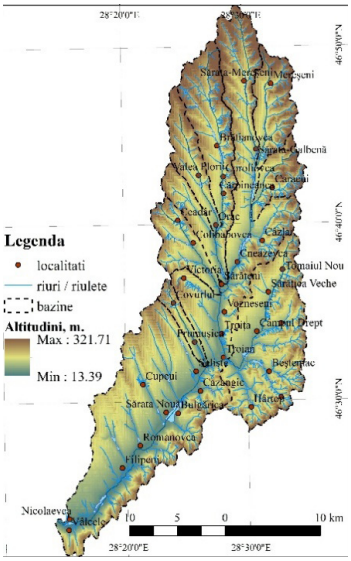


Figura 1. Bazinul hidrografic Sărata (elaborat în baza [7])

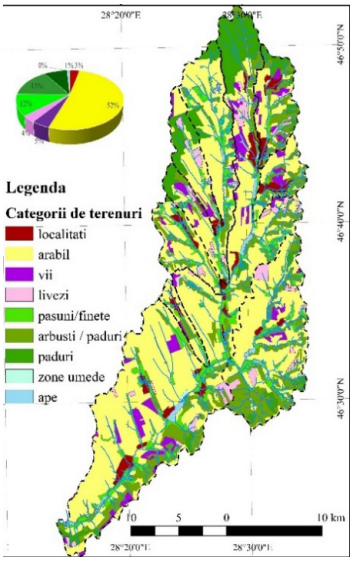


Figura 2. Categorii de terenuri (elaborat în baza [4])

Rezultate și discuții

Caracteristicile hidrologice ale râului Sărata au fost monitorizate pe parcursul perioadei 1959–1974 la postul Filipeni. Debitul mediu de apă stabilit pentru această perioadă este de 0,3 m³/s, variind între 0,1 și 0,9 m³/s. Distribuția lunară arată că pe parcursul anului sunt 2 perioade cu debite mai mari: primăvara, lunile februarie și martie, debite de circa 0,5 m³/s și vara, luna iunie, cu debite de 0,3 m³/s. Etiaj deosebit este specific pentru august septembrie, debitul fiind de 0,9-0,12 m³/s. Repartiția lunară a debitelor maxime și minime se aseamănă cu cea lunară, valori mari fiind observate în perioada lunilor februarie și martie, mai mici fiind pentru iunie, octombrie, decembrie (fig. 3).

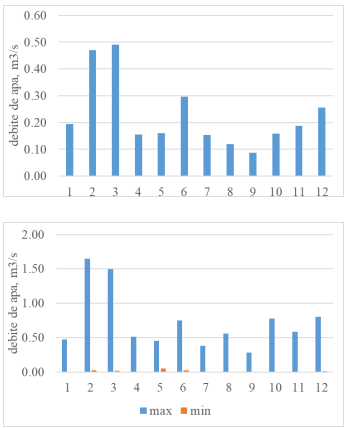


Figura 3. Debitele lunare ale râului Sărata, post Filipeni (media 1959-1974) [8, 9, 10]

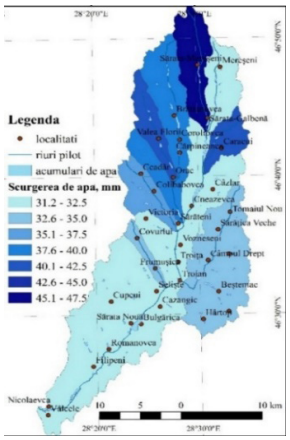


Figura 4. Scurgerea de apă din limitele bazinului Sărata

Modelarea curgerii de apă actuale pentru toate râurile pilot a arătat că debitul de apă variază de la 0,03 și 0,8 m^3/s. Cea mai mare valoare este specifică râului Sărata, urmat de Valea Oracului – 0,25 m^3/s, Sărățica – 0,2 m^3/s, Sărata Galbenă - 0,14 m^3/s, Circa 0,07-0,08 m^3/s sunt specific pentru râurile Valea Cânicâi, Valea Ceadârului, Valea Florii. Cel mai mic debit a fost evaluat pentru Covurlui (fig. 4).

Pentru stabilirea modificărilor resurselor de apă sub influența factorului antropic au fost analizate efectele acumulărilor de apă, urbanizării și activităților agricole asupra scurgerii de apă.

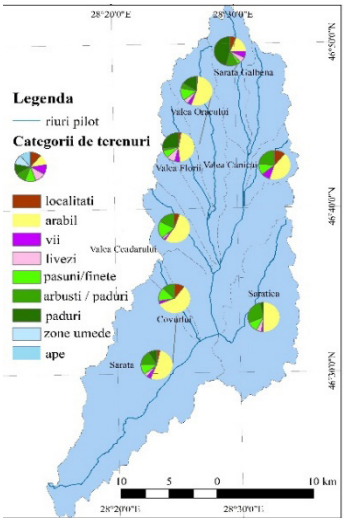


Figura 5. Categorii de terenuri din cadrul bazinelor afluenților râului Sărata

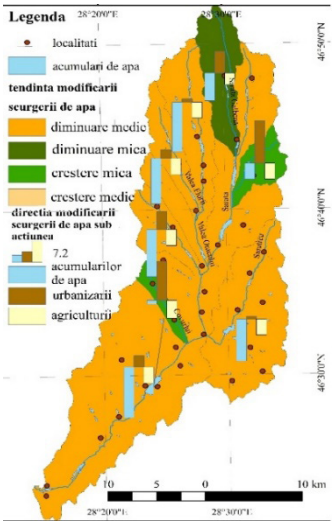


Figura 6. Modificarea scurgerii râurilor din cadrul bazinului Sărata sub acțiunea umană

Impactul pierderii resurselor de apă la evaporare suplimentară ca urmare a prezenții acumulărilor de apă este minor pentru Covurlui, Sărata Galbenă, Valea Cânicâi și mediu pentru celelalte râuri. Urbanizarea determină o creștere medie a volumelor apelor de suprafață doar în cazul râurilor Covurlui și Valea Cânicâi și minimă pentru alte râuri. Impactul agriculturii este minor asupra resurselor de apa a tuturor râurilor. În final, diminuare medie a resurselor de apă a râurilor reprezintă tendința generală de schimbări a acestei resurse la nivel de bazin. Excepție avem în cazul Covurlui, Sărata Galbenă, Valea Cânicâi pentru care modificările sunt de -6- + 6 %.

Modificările hidromorfologice ale râurilor au fost evaluate prin stabilirea acumulărilor de apă construite pe cursul râurilor, densității rețelei de canale și a sistemului de diguri.

Acumulările de apă sunt principalul factor de presiune ce influențează starea hidromorfologică a râurilor. Pe cursul Covurlui nu sunt construite iazuri, pe când pe cel al râului Valea Oracului au fost identificate 19 acumulări, iar pe Sărata – 9. Pe celelalte râuri, numărul iazurilor este de 2-7. Astfel, Valea Florii și Valea Oracului sunt transformate în acumulări cu o pondere de circa 20-30%, mai puțin sunt influențate de acest fenomen Sărata Galbenă, Sărata, Sărățica, ponderea fiind de 10-16%, celelalte râuri fiind supuse unor modificări minore.

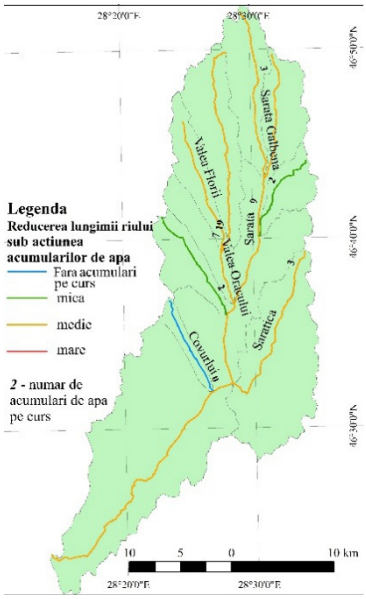


Figura 7. Reducerea lungimii râului sub acțiunea acumulărilor de apă

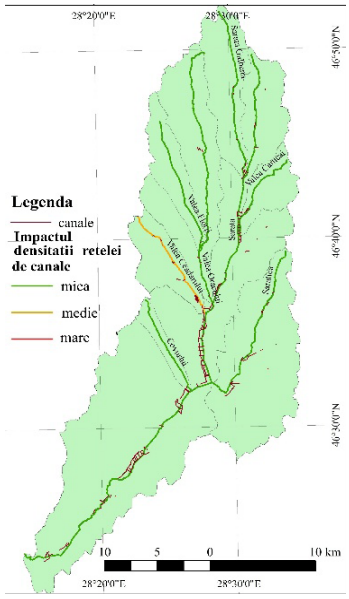


Figura 8. Impactul densității rețelei de canale

Digurile de protecție sunt construite pe segmente mici ale râului Sărata și nu influențează starea acestuia semnificativ. Lungimea canalelor este de circa 50 km, preponderent fiind situate în luncile râului Sărata și Valea Ceadarului. Anume aceste râuri fiind influențate de acest factor de presiune cel mai mult comparativ cu alte cursuri de apă. Cu toate acestea, impactul este stabilit ca fiind unul mediu, cu riscul de a trece în mare doar în cazul ultimului râu enumerat.

Concluzii. Rezultatele obținute evidențiază faptul că impactul antropic asupra stării hidrologice este de la mic la mediu, lacurile de acumulare reduc mediu resursele de apă pentru 5 râulețe, activitățile agricole influențează puțin pierderile resurselor de apă, pe de altă parte urbanizarea determină o creștere medie a acestora doar în cazul a două râulețe. În total, influența antropică cauzează modificarea în limitele -21,2 – +5,8% a curgerii de apă a râurilor din bazinul Sărata. Starea hidromorfologică este influențată primordial de acumulările de apă, numărul de lacuri construite pe curs, fiind de până la 19 și doar un râu nu este supus acestei presiuni. Un alt factor de impact sunt canalele construite in lunca râurilor, care însă influențează mediu asupra stării a două râulețe. În final, din 8 râulețe, starea hidromorfologică este influențată mediu în cazul a 6 râuri, iar pentru 2 râuri impactul antropic este minim. De importanță majoră este inițierea monitoringului hidrologic și hidromorfologic, dar și reabilitarea râurilor din cadrul bazinului.

BIBLIOGRAFIE

1. JELEAPOV, A. Evaluarea impactului antropic asupra resurselor de apă ale râurilor din cadrul regiunii de dezvoltare nord a Republicii Moldova. Integrare prin cercetare și ino-

vare. Științe ale naturii și exacte. Chisinau: USM, 2022, pp. 147-149. ISBN 978-9975-62-469-5.

2. Ministerul Dezvoltării Regionale și Construcțiilor al Republicii Moldova. Determinarea caracteristicelor hidrologice pentru condițiile Republici Moldova CP D.01.05-2012. Cod practic în construcții, Construcții Hidrotehnice și pentru Îmbunătățiri Funciare, ediție oficială. 2012, Chișinău, 155 p.
3. Metodologia privind analiza presiunilor și evaluarea riscurilor antropice în cadrul districtelor bazinelor hidrografice, aprobat prin Hotărârea de Guvern nr. 657/2024, publicat în Monitorul Oficial, nr. 427-429 art. 811 din 11-10-2024
4. NSDI Geoportal, Land cover 2023 https://geoportalinds.gov.md/en/geoportalhome-2/ [accesat 2025-12-14]
5. Programul de gestionare a districtului bazinului hidrografic Dunărea – Prut și Marea Neagră, ciclul II (2023-2028), aprobat prin Hotărârea de Guvern nr. 444/2022, publicat în Monitorul Oficial, nr. 257-263 art. 649, 12-08-2022
6. QGIS, https://qgis.org/, [accesat 2025-12-14]
7. USGS, SRTM, DEM, https://earthexplorer.usgs.gov/ [accesat 2025-12-14]
8. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. Том 6, вып. 1. Украина и Молдавия, Гидрометеоиздат, 1965
9. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. Том 6, вып. 1. Украина и Молдавия. 1963-1970, Гидрометеоиздат, 1975
10. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 6, вып. 1. Украина и Молдавия, Гидрометеоиздат, 1978

PREDAREA SCHIMBĂRILOR CLIMATICE PRIN INVESTIGAȚIE GEOGRAFICĂ, PERSPECTIVE DIDACTICE ȘI ȘTIINȚIFICE PENTRU DEZVOLTAREA DURABILĂ

TEACHING CLIMATE CHANGE THROUGH GEOGRAPHIC INQUIRY: DIDACTIC AND SCIENTIFIC PERSPECTIVES FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Gabriel MATEI, professor, grad didactic I,
Școala Gimnaziala „Ion Pillat”

Gabriel MATEI, Teacher, 1st Degree,
“Ion Pillat” Secondary School
e-mail: matei_gabriel2002@yahoo.com
ORCID: 0009-0008-3506-3761

CZU: 37.091:91:551.583
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p245-251

Abstract. Climate change represents one of the most complex global challenges of the 21st century, with major implications for the environment, economy, and society. In this context, education becomes an essential tool for developing the competencies needed to understand and manage these transformations. Geography, as a discipline that analyzes the interaction between natural and human systems, provides an appropriate conceptual and methodological framework for addressing climate change within the educational process. This paper examines the didactic and scientific perspectives of integrating climate change education into geography teaching, highlighting the role of geographic inquiry, spatial analysis, and geospatial technologies in developing students' competencies. Modern teaching methods are discussed, such as inquiry-based learning, case studies, and the use of digital tools. The results of the analysis show that the integration of these methods contributes to the development of critical thinking, climate literacy, and environmental responsibility, thereby supporting the objectives of sustainable development.

Keywords: climate change, geography education, geographic inquiry, geospatial technologies, critical thinking, sustainable development.

Schimbările climatice constituie una dintre cele mai importante probleme globale ale contemporaneității, afectând sistemele naturale și societățile umane la multiple niveluri [1, 10]. Creșterea temperaturii medii globale, intensificarea fenomenelor meteorologice extreme, modificarea regimului precipitațiilor și creșterea nivelului mărilor sunt doar câteva dintre efectele identificate de cercetările climatologice recente [5, 35]. Rapoartele elaborate de Intergovernmental Panel on Climate Change evidențiază că activitățile umane, în special emisiile de gaze cu efect de seră generate de arderea combustibililor fosili și de modificările utilizării terenurilor, reprezintă principalul factor al încălzirii globale observate în ultimele decenii [1, 15].

În acest context, educația are un rol fundamental în dezvoltarea unei înțelegeri corecte a fenomenelor climatice și în formarea unor atitudini responsabile față de mediul înconjurător [3, 12]. Sistemul educațional trebuie să contribuie la dezvoltarea competențelor necesare pentru interpretarea informațiilor științifice, evaluarea impactului activităților umane asupra mediului și identificarea unor soluții sustenabile [7, 45].

Geografia ocupă un loc central în acest proces, deoarece studiază relațiile dintre mediul natural și societate, analizând distribuția spațială a fenomenelor și proceselor care modelează suprafața Terrei [4, 50]. Prin intermediul conceptelor geografice, elevii pot înțelege modul în care procesele climatice influențează ecosistemele, economia și organizarea spațială a societății [4, 62]. Integrarea educației privind schimbările climatice în predarea geografiei reprezintă, prin urmare, o direcție importantă pentru dezvoltarea competențelor necesare în contextul provocărilor globale actuale [3, 28].

Conceptul de dezvoltare durabilă a fost formulat în cadrul raportului Brundtland din 1987 și a devenit ulterior un principiu fundamental al politicilor internaționale privind protecția mediului și dezvoltarea economică [2, 7]. În prezent, acest concept este promovat la nivel global prin intermediul Agendei 2030 pentru dezvoltare durabilă adoptate de United Nations [2, 12]. Aceasta include 17 obiective majore, cunoscute sub denumirea de Obiective de Dezvoltare Durabilă (SDGs), care vizează reducerea sărăciei, protejarea mediului și promovarea unei dezvoltări economice echitabile [2, 15]. În acest context, Obiectivul 13 – Acțiune climatică subliniază importanța consolidării educației și a conștientizării publice privind schimbările climatice [2, 18].

Schimbările climatice afectează în mod direct numeroase dimensiuni ale dezvoltării durabile. Impactul acestora se manifestă prin degradarea ecosistemelor, reducerea resurselor de apă, diminuarea productivității agricole și creșterea vulnerabilității populațiilor la riscuri naturale [5, 42]. În același timp, efectele schimbărilor climatice sunt distribuite inegal la nivel global, afectând în mod disproporționat regiunile și comunitățile cu resurse limitate [5, 45].

Geografia oferă instrumente conceptuale și metodologice importante pentru analiza acestor procese [4, 55]. Prin intermediul analizei spațiale și al studiilor regionale, geografia permite identificarea zonelor vulnerabile la impactul schimbărilor climatice și evaluarea strategiilor de adaptare și mitigare [4, 60]. Educația geografică contribuie astfel la dezvoltarea unei înțelegeri integrate a relațiilor dintre mediul natural, activitățile economice și organizarea socială, facilitând formarea unor perspective orientate spre sustenabilitate [3, 30].

Predarea schimbărilor climatice presupune utilizarea unor strategii didactice care să faciliteze înțelegerea unor procese complexe și interdisciplinare [7, 22]. În acest sens, abordările pedagogice moderne promovează metode active de învățare, care implică participarea directă a elevilor în procesul de investigare și analiză a fenomenelor studiate [7, 25].

Învățarea bazată pe investigație geografică

Învățarea bazată pe investigație geografică reprezintă o metodă didactică centrată pe elev, care presupune formularea de întrebări, colectarea și analiza datelor, precum și elaborarea unor explicații bazate pe dovezi empirice [4, 70]. Această metodă stimulează dezvoltarea gândirii critice și a competențelor de cercetare. În contextul predării schimbărilor climatice, elevii pot analiza diverse tipuri de date, precum evoluția temperaturilor medii globale, modificările regimului precipitațiilor, distribuția spațială a fenomenelor meteorologice extreme [5, 50].

Prin interpretarea acestor informații, elevii pot identifica tendințe și pot formula ipoteze privind cauzele și consecințele schimbărilor climatice [4, 75].

Utilizarea studiilor de caz

Studiile de caz constituie o metodă eficientă pentru ilustrarea impactului concret al schimbărilor climatice asupra diferitelor regiuni ale lumii [4, 78]. Analiza unor exemple specifice permite elevilor să înțeleagă complexitatea relațiilor dintre factorii naturali și cei antropici [5, 55]. Printre exemplele frecvent utilizate în educația geografică se numără: retragerea ghețarilor în regiunile montane, intensificarea valurilor de căldură în mediul urban, creșterea frecvenței secetelor în regiunile aride și semiaride [5, 60]. Prin analizarea acestor situații, elevii pot identifica relațiile cauzale dintre schimbările climatice și transformările mediului geografic [4, 80].

Utilizarea tehnologiilor geospațiale

Tehnologiile digitale au devenit instrumente esențiale în cercetarea geografică și în educația contemporană [4, 85]. Sistemele informatice geografice (GIS), imaginile satelitare și bazele de date climatice permit analizarea și reprezentarea spațială a fenomenelor climatice [5, 65]. Integrarea acestor tehnologii în procesul educațional oferă numeroase avantaje: facilitarea vizualizării datelor climatice, dezvoltarea competențelor digitale, stimularea interesului elevilor pentru cercetarea științifică [7, 35]. Prin utilizarea platformelor geospațiale, elevii pot analiza evoluția temperaturilor sau distribuția fenomenelor extreme, identificând zonele vulnerabile la impactul schimbărilor climatice [4, 88].

Rolul geografiei în dezvoltarea alfabetizării climatice

Alfabetizarea climatică reprezintă capacitatea indivizilor de a înțelege procesele climatice, de a interpreta informațiile științifice și de a lua decizii informate în raport cu problemele de mediu [7, 40].

Geografia contribuie în mod semnificativ la dezvoltarea acestei competențe prin analiza sistemului climatic al Terrei și a interacțiunilor dintre atmosferă, hidrosferă, biosferă și activitățile umane [4, 90].

În cadrul educației geografice, elevii sunt familiarizați cu concepte fundamentale precum: circulația generală a atmosferei, balanța radiativă a Terrei, rolul gazelor cu efect de seră, impactul activităților umane asupra mediului [4, 95]. Înțelegerea acestor procese permite elevilor să interpreteze critic informațiile privind schimbările climatice și să adopte comportamente responsabile față de mediul înconjurător [7, 45]. De asemenea, educația geografică contribuie la dezvoltarea unei perspective globale asupra problemelor de mediu, evidențiind interdependențele dintre diferitele regiuni ale lumii [4, 100].

Metodologia cercetării

Pentru a evidenția eficiența metodelor didactice utilizate în predarea schimbărilor climatice, cercetarea de față utilizează o abordare de tip pedagogic-aplicativ, bazată pe analiza percepțiilor și a nivelului de înțelegere al elevilor în raport cu această tematică [7, 50]. Cercetarea urmărește următoarele obiective principale:

- evaluarea nivelului de cunoștințe al elevilor privind schimbările climatice [7, 52];
- identificarea percepțiilor elevilor asupra impactului schimbărilor climatice [7, 53];
- analiza eficienței utilizării metodelor interactive în predarea geografiei [7, 54];
- evidențierea rolului investigației geografice în dezvoltarea alfabetizării climatice [4, 105].

Cercetarea se bazează pe următoarele ipoteze:

- utilizarea metodelor didactice interactive contribuie la o mai bună înțelegere a fenomenelor climatice [7, 55];
- integrarea studiilor de caz și a analizelor de date climatice stimulează gândirea critică a elevilor [5, 70];
- utilizarea tehnologiilor geospațiale în predarea geografiei crește interesul elevilor pentru problemele de mediu [4, 110].

Eșantionul cercetării

Studiul a fost realizat pe un eșantion format din 60 de elevi din ciclul gimnazial și liceal, cu vârste cuprinse între 13 și 17 ani, din cadrul unei instituții de învățământ [7, 57]. Elevii au participat la activități didactice centrate pe tema schimbărilor climatice, care au inclus: analiza datelor climatice, studii de caz privind impactul schimbărilor climatice, utilizarea hărților digitale și a imaginilor satelitare [4, 115].

Metode și instrumente de cercetare

Pentru colectarea datelor au fost utilizate următoarele metode [7, 60]:

- chestionarul aplicat elevilor;
- observația didactică realizată în timpul activităților de învățare;
- analiza rezultatelor activităților realizate de elevi.

Chestionarul a inclus 10 itemi, dintre care:

- În ce măsură considerați că schimbările climatice reprezintă o problemă globală majoră?
- Care considerați că sunt principalele cauze ale schimbărilor climatice?
- În ce măsură activitățile umane contribuie la încălzirea globală?
- Considerați că studiile de caz și analiza datelor climatice vă ajută să înțelegeți mai bine aceste fenomene?
- Ați dori să utilizați mai frecvent hărți digitale și imagini satelitare în orele de geografie?

Răspunsurile au fost evaluate utilizând o scală Likert cu cinci niveluri, de la „în foarte mică măsură" la „în foarte mare măsură" [7, 62].

Analiza răspunsurilor obținute în urma aplicării chestionarului evidențiază o serie de tendințe semnificative privind percepțiile elevilor asupra schimbărilor climatice [7, 65]. Aceste rezultate permit identificarea nivelului de cunoștințe, a atitudinilor și a preocupărilor elevilor legate de impactul fenomenelor climatice asupra mediului și societății.

1. Nivelul de cunoștințe despre schimbările climatice. Majoritatea elevilor au demonstrat o înțelegere generală a conceptului de schimbări climatice, menționând cauze precum defrișările, emisiile de gaze cu efect de seră și poluarea industrială. Totuși, s-a observat o lipsă de cunoștințe aprofundate legate de mecanismele climatice complexe, cum ar fi feedback-ul climatic sau efectele pe termen lung asupra ecosistemelor. Aceasta sugerează necesitatea unor programe educaționale mai detaliate și interactive.

2. Atitudini și preocupări. Răspunsurile indică faptul că elevii sunt preocupați de efectele schimbărilor climatice asupra mediului și a societății, manifestând un nivel ridicat de empatie față de problemele ecologice. Cu toate acestea, un procent semnificativ consideră că acțiunile individuale au un impact limitat, ceea ce arată o nevoie de informare privind puterea intervențiilor personale și colective pentru protejarea mediului.

3. Sursele de informare. Elevii au menționat că principalele surse de informare despre schimbările climatice sunt școala, rețelele sociale și mass-media. În acest context, se observă că informațiile din surse necontrolate pot influența percepțiile și nivelul de conștientizare, subliniind importanța educației critice și a dezvoltării gândirii analitice în rândul tinerilor.

4. Implicații pentru educație. Rezultatele obținute indică necesitatea introducerii unor strategii didactice care să promoveze învățarea activă și participativă, cum ar fi proiectele de mediu, dezbaterile sau simulările legate de impactul schimbărilor

climatice. De asemenea, aceste constatări confirmă concluziile unor studii recente [7, 65], care susțin că implicarea activă a elevilor crește nivelul de conștientizare și responsabilitatea față de problemele ecologice.

Nivelul de conștientizare a problemelor climatice

Rezultatele arată că aproximativ 85% dintre elevi consideră schimbările climatice o problemă globală majoră [7, 66]. Această percepție confirmă importanța integrării tematicii în procesul educațional [3, 32].

Elevii au identificat drept principale cauze ale schimbărilor climatice: emisiile de gaze cu efect de seră, poluarea industrial, defrișările, utilizarea combustibililor fosili [5, 75]. Aceste răspunsuri indică un nivel relativ bun de înțelegere a fenomenului [3, 34].

Impactul metodelor didactice interactive. Un procent de 78% dintre elevi au afirmat că studiile de caz și analiza datelor climatice contribuie semnificativ la înțelegerea fenomenelor climatice [7, 68]. Elevii au apreciat în mod deosebit activitățile care implică analiza hărților climatice și interpretarea datelor reale [4, 120]. Aceste rezultate confirmă ipoteza conform căreia metodele interactive stimulează implicarea elevilor în procesul de învățare [7, 70].

Rolul tehnologiilor geospațiale. Aproximativ 82% dintre elevi au declarat că utilizarea hărților digitale și a imaginilor satelitare face lecțiile de geografie mai interesante și mai ușor de înțeles [4, 122]. Acest rezultat evidențiază potențialul tehnologiilor geospațiale în dezvoltarea competențelor de analiză spațială [7, 72].

Rezultatele cercetării confirmă faptul că integrarea metodelor interactive în predarea geografiei contribuie la dezvoltarea unei mai bune înțelegeri a problemelor climatice [7, 74]. Activitățile bazate pe investigație geografică permit elevilor să analizeze date reale și să identifice relațiile dintre activitățile umane și modificările climatice [4, 125].

Prin urmare, educația geografică poate juca un rol important în dezvoltarea alfabetizării climatice și în formarea unor atitudini responsabile față de mediul înconjurător [3, 36].

Concluzii. Schimbările climatice reprezintă o provocare majoră pentru societatea contemporană, iar educația are un rol esențial în pregătirea generațiilor viitoare pentru gestionarea acestor transformări [3, 38]. Geografia oferă un cadru interdisciplinar adecvat pentru înțelegerea complexității proceselor climatice și a interacțiunilor dintre mediul natural și activitățile umane [4, 130].

Integrarea metodelor didactice active, precum investigația geografică, studiile de caz și utilizarea tehnologiilor geospațiale, contribuie la dezvoltarea competențelor de analiză, interpretare și gândire critică [7, 76]. Aceste competențe sunt esențiale pentru formarea unei alfabetizări climatice solide și pentru promovarea comportamentelor responsabile față de mediul înconjurător [3, 40]. Prin consolidarea rolului educației geografice în abordarea schimbărilor climatice, sistemul educațional poate

contribui în mod semnificativ la atingerea obiectivelor dezvoltării durabile și la formarea unor cetățeni activi și informați [2, 20].

BIBLIOGRAFIE

1. CASTREE Noel et al. *Making Sense of Climate Change*, Routledge, 2014. 270 p. ISBN: 978-0415542489
2. CHORLEY R., Peter HAGGETT. *Models in Geography*., Methuen, 1967. 816 p. ISBN: 978-0416689107
3. FULLAN M. *Stratosphere: Integrating Technology, Pedagogy and Change Knowledge*. Pearson, 2013. 176 p., ISBN: 978-0133391093
4. GIDDENS A. *The Politics of Climate Change*. Polity Press, 2009. 264 p. ISBN: 978-0745643566
5. Intergovernmental Panel on Climate Change, *Climate Change 2023: Synthesis Report*, 2023, IPCC (Geneva), 184 p., ISBN: 978-9291691640
6. LAMBERT D., J. MORGAN. *Teaching Geography 11–18: A Conceptual Approach*. Routledge, 2010. 240 p. ISBN: 978-0415473165
7. ORR D. W. *Earth in Mind: On Education, Environment and the Human Prospect*. Island Press, 2004. 224 p. ISBN: 978-1559634955
8. STERLING S. *Transformative Learning and Sustainability*. Routledge, 2010. 232 p. ISBN: 978-0415872562
9. UNESCO. *Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives*. Paris, 2017. 63 p. ISBN: 978-9231002093
10. United Nations. *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. New York, 2015. 41 p. ISBN: 978-9211013405

PARTICULARITĂȚILE CLIMATICE ALE ZONEI DE STEPĂ DIN SUDUL REPUBLICII MOLDOVA [8]

CLIMATIC PARTICULARITIES OF THE STEPPE AREA IN THE SOUTHERN REPUBLIC OF MOLDOVA

Anatolie PUȚUNTICĂ, conf. univ., dr.,
UPS „Ion Creangă" din Chișinău

Anatolie PUȚUNTICĂ, PhD, Associate Professor,
"Ion Creanga" SPU of Chisinau
ORCID: 0000-0002-0446-7738
e-mail: putuntica.anatolie@upsc.md

CZU: 551.58:911.5(478)
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p252-265

Abstract. The article analyzes the climatic features of the steppe zone in the south of the Republic of Moldova, highlighting the role of geographical factors and atmospheric circulation in the formation of the regional climate regime. The study is based on multiannual meteorological data from representative stations in the south of the country, analyzing parameters such as air temperature, precipitation, cloudiness and characteristic meteorological phenomena. The results highlight a temperate-continental climate with aridification tendencies, characterized by hot and dry summers, relatively mild winters and an uneven distribution of precipitation. Extreme meteorological phenomena and their impact on the natural environment and economic activities, especially on agriculture in the steppe region, are also highlighted.

Keywords: temperate-continental climate, southern steppe zone, atmospheric precipitation, weather phenomena, Republic of Moldova

Introducere. Zona de stepă sudică a Republicii Moldova se caracterizează printr-un climat continental temperat, puternic influențat de masele de aer europene continentale și, într-o măsură mai mică, de circulațiile mediteraneene. Această regiune este una dintre cele mai secetoase din țară, beneficiind de un regim termic mai cald și de precipitații anuale reduse comparativ cu restul teritoriului. Datorită localizării sale geografice sudice și închiderii relative între lanțurile joase de altitudine ale Carpaților și Subcarpaților, circulația atmosferică este mai lentă, favorizând acumularea de temperaturi ridicate și perioade prelungite de arșiță în timpul verii. Iernile, deși sunt reci și cu influențe ale maselor de aer polar-maritim și continental, manifestă o amplitudine termică anuală pronunțată. Precipitațiile se situează în medie sub 500 mm pe an, concentrate, în special, în lunile de primăvară și început de vară, ceea ce, împreună cu evapo-transpirația ridicată, creează condiții climatice semiaride. Aceste elemente climatice particularizează ecosistemele stepice și influențează profund resursele de apă, solurile și activitățile agricole din sudul Republicii Moldova.

8 Articol elaborat în cadrul subprogramului instituțional de cercetare *Evoluția proceselor naturale din zona de stepă a Republicii Moldova în contextul schimbărilor climatice și al impactului antropic* – cod 040121

Materiale și metode. Cercetarea privind particularitățile climatice ale zonei de stepă sudice a Republicii Moldova s-a bazat pe analiza datelor climatologice multianuale provenite de la stațiile meteorologice reprezentative din regiune, precum Ștefan-Vodă, Comrat, Ceadîr-Lunga și Cahul. Au fost utilizate serii de observații meteorologice referitoare la principalii parametri climatici, inclusiv temperatura aerului, precipitațiile atmosferice, nebulozitatea, vântul și frecvența fenomenelor meteorologice. Datele au fost prelucrate prin metode statistice și climatologice, fiind calculate valori medii lunare și anuale, extreme climatice și indicatori ai variabilității climatice. În cadrul cercetării s-a aplicat metoda analizei comparative pentru evidențierea diferențelor spațiale dintre stațiile meteorologice analizate, precum și metoda interpretării geografice a rezultatelor în raport cu particularitățile reliefului și ale circulației atmosferice regionale. De asemenea, au fost consultate surse bibliografice de specialitate și rapoarte climatologice oficiale, care au contribuit la fundamentarea teoretică a studiului și la interpretarea rezultatelor obținute privind regimul climatic al zonei de stepă sudice.

Rezultate și discuții. Durata de strălucire a Soarelui. Durata medie lunară și anuală a strălucirii Soarelui reprezintă un indicator climatic esențial pentru evaluarea potențialului radiativ și a resurselor energetice solare, precum și pentru caracterizarea regimului nebulozității. Conform datelor multianuale prezentate (***Tabelul 1***), stația meteorologică Tiraspol înregistrează o valoare medie anuală de **2084 ore**, iar stația Cahul **2211 ore**, ceea ce evidențiază un excedent de aproximativ **127 ore/an** în favoarea sectorului sudic al Republicii Moldova.

Tabelul 1. Durata de strălucire a Soarelui (ore) la Stațiile Meteorologice Tiraspol și Cahul (1955-2000)

Stația meteorologică	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Anual
Tiraspol	67	79	127	181	248	282	307	287	222	161	71	52	2084
Cahul	78	97	144	189	253	284	308	290	232	181	87	68	2211

Distribuția lunară evidențiază un regim sezonier pronunțat, specific climatului temperat-continental. Minimele se înregistrează în lunile de iarnă, când valorile scad la 52-67 ore la Tiraspol și 68-78 ore la Cahul, ca efect al duratei reduse a zilei astronomice și al frecvenței sporite a nebulozității stratiforme. În sezonul de primăvară se constată o creștere accelerată a duratei de strălucire, atingând peste 180 ore în aprilie la ambele stații. Maximele anuale sunt specifice lunilor de vară, cu valori de 307 ore în iulie la Tiraspol și 308 ore în iulie la Cahul, ceea ce corespunde unei medii zilnice de aproximativ 9-10 ore de soare efectiv.

Comparativ, Cahul prezintă valori superioare în toate lunile anului, diferențele fiind mai pronunțate în sezonul rece (până la 18-20 ore lunar), ceea ce sugerează o frecvență mai redusă a acoperirii noroase și o influență mai accentuată a maselor de aer continentale uscate în sudul țării. În sezonul cald, diferențele sunt moderate (1-

10 ore), indicând o relativă uniformitate regională a condițiilor de insolație. Astfel, ambele stații se încadrează într-un areal cu potențial solar ridicat (>2000 ore/an), însă sudul Republicii Moldova dispune de un avantaj radiativ clar, cu implicații favorabile pentru agricultură, viticultură și valorificarea energiei solare.

Temperatura aerului. Analiza *temperaturii medii lunare și anuale* la stațiile meteorologice Ștefan Vodă, Comrat, Ceadîr-Lunga și Cahul evidențiază trăsături climatice specifice sectorului sudic al Republicii Moldova, caracterizat prin influențe continentale pronunțate și un regim termic relativ omogen spațial.

Valorile medii lunare indică un minim termic în luna ianuarie, cu temperaturi cuprinse între –2,9°C (Ștefan Vodă) și –2,3°C (Ceadîr-Lunga), ceea ce reflectă manifestarea moderată a iernilor continentale. Luna februarie menține valori negative sau apropiate de 0°C, iar tranziția spre regimul pozitiv are loc în martie (2,3-3,2°C), marcând începutul primăverii climatice. Creșterea progresivă a temperaturii este evidentă în lunile aprilie–iunie, când mediile depășesc 10°C în aprilie și ating circa 19-20°C în iunie (Tabelul 2).

Tabelul 2. Temperatura medie lunară și anuală a aerului, °C, în zona de stepă sudica a Republicii Moldova (1886-2000)

Stația meteorologica	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Anual
Ștefan Vodă	-2,9	-1,8	2,3	9,6	15,6	19,5	21,5	21,0	16,3	10,1	4,1	-0,3	9,6
Comrat	-2,5	-1,6	3,0	10,1	16,3	19,8	21,9	21,3	16,6	10,5	4,3	-0,6	9,9
Ceadîr-Lunga	-2,3	-1,1	3,1	9,7	15,7	19,5	21,3	21,0	16,1	10,4	4,3	-0,3	9,8
Cahul	-2,5	-1,1	3,2	10,2	16,0	19,7	21,6	21,1	16,6	10,6	4,6	-0,2	10,0

Maximul termic anual se înregistrează în iulie, cu valori cuprinse între 21,3°C și 21,9°C, urmat de o ușoară scădere în august. Aceste date confirmă caracterul călduros al verii în sudul țării, favorizat de radiația solară intensă și frecvența maselor de aer tropical continental. Toamna se caracterizează printr-o diminuare treptată a temperaturilor (16,0-16,6°C în septembrie; 10,0-10,6°C în octombrie), iar în noiembrie mediile scad la 4,0-4,6°C, prefigurând instalarea sezonului rece.

Temperatura medie anuală variază între 9,6°C la Ștefan Vodă și 10,0°C la Cahul, ceea ce evidențiază un gradient termic slab, dar constant, cu valori ușor mai ridicate în partea sud-vestică (Cahul, Comrat). Amplitudinea termică anuală (diferența dintre media lunii iulie și a lunii ianuarie) este de aproximativ 24-25°C, indicând un grad moderat de continentalism.

În ansamblu, regimul termic al stațiilor analizate confirmă specificul climatic al sudului Republicii Moldova: veri calde și relativ uniforme spațial, ierni moderate

și o distribuție sezonieră bine conturată a temperaturii aerului, cu implicații directe asupra agriculturii, resurselor de apă și proceselor geoecologice regionale.

Analiza temperaturilor maxime absolute înregistrate la stațiile meteorologice Ștefan-Vodă, Comrat, Ceadîr-Lunga și Cahul evidențiază particularități climatice specifice sudului Republicii Moldova, caracterizate prin frecvența și intensitatea ridicată a extremelor termice estivale. Valorile maxime absolute anuale variază între 39,4°C (Cahul, 2007) și 41,1°C (Ștefan-Vodă, 2007), ceea ce confirmă caracterul pronunțat continental al climei și predispoziția regiunii la valuri de căldură severe.

Distribuția lunară indică faptul că cele mai ridicate temperaturi maxime absolute se concentrează în lunile iulie și august. Recordurile din iulie 2007 (41,1°C la Ștefan-Vodă; 40,8°C la Comrat; 39,8°C la Ceadîr-Lunga; 39,4°C la Cahul) reflectă impactul unui val de căldură regional de intensitate excepțională. De asemenea, luna august 2012 a înregistrat valori apropiate de pragul de 40°C în toate stațiile analizate, subliniind repetitivitatea fenomenelor extreme în ultimele decenii. În lunile de tranziție (mai, iunie, septembrie) se constată frecvent depășiri ale pragului de 35°C, ceea ce indică extinderea sezonului cald și creșterea duratei intervalelor caniculare.

În sezonul rece, maximele absolute sunt considerabil mai reduse (14-17°C în ianuarie și decembrie), dar demonstrează amplitudini termice anuale ridicate, de peste 25°C între extremele lunilor de iarnă și cele de vară. Comparativ spațial, Ștefan-Vodă și Comrat prezintă cele mai ridicate valori absolute, sugerând o ușoară accentuare a continentalismului către sud-est.

În ansamblu, datele confirmă intensificarea frecvenței și magnitudinii extremelor termice, cu implicații semnificative asupra agriculturii, resurselor de apă și infrastructurii, evidențiind necesitatea consolidării măsurilor de adaptare la schimbările climatice în sudul țării.

Analiza temperaturilor minime absolute înregistrate la stațiile meteorologice Ștefan-Vodă, Comrat, Ceadîr-Lunga și Cahul evidențiază manifestarea unor extreme termice negative semnificative, caracteristice climatului temperat-continental pronunțat din sudul Republicii Moldova. Valorile minime absolute anuale se încadrează, în general, între –26°C și –30°C, cu cele mai scăzute temperaturi înregistrate în lunile ianuarie și februarie, ceea ce reflectă influența maselor de aer rece continental și arctic în sezonul rece.

Distribuția lunară indică faptul că ianuarie concentrează cele mai severe valori minime absolute, frecvent sub pragul de –25°C, iar în unele cazuri apropiindu-se de –30°C, ceea ce confirmă potențialul ridicat pentru episoade de ger intens. Luna februarie prezintă, de asemenea, valori extrem de scăzute, însă ușor atenuate comparativ cu ianuarie, sugerând o diminuare progresivă a intensității invaziilor de aer rece spre sfârșitul iernii climatologice. În lunile de tranziție (decembrie și martie) se înregistrează minime absolute situate, în general, între –15°C și –22°C, demonstrând variabilitatea accentuată a regimului termic.

Comparativ spațial, stațiile din interiorul Câmpiei Bugeacului (Comrat și Ceadîr-Lunga) tind să înregistreze valori minime ușor mai scăzute, datorită caracterului mai continental și al frecvenței inversiunilor termice radiative în condiții anticiclo-

nale. Stația Cahul, influențată parțial de proximitatea luncii Prutului, poate prezenta variații locale determinate de condițiile topoclimatice. Ștefan-Vodă, situată mai spre est, reflectă de asemenea amplitudini termice ridicate, confirmând uniformitatea relativă a extremelor negative în sudul țării.

Amplitudinea termică anuală, calculată între maximele și minimele absolute, depășește frecvent 65-70°C, ceea ce subliniază caracterul continental accentuat al climei. Din perspectivă aplicativă, aceste valori extreme au implicații importante asupra agriculturii (riscul de îngheț profund al solului și afectarea culturilor perene), infrastructurii și consumului energetic. În contextul schimbărilor climatice, deși se observă o tendință generală de atenuare a severității iernilor, episoadele de ger extrem rămân posibile, necesitând menținerea măsurilor de adaptare și prevenție.

Pe baza datelor prezentate pentru stațiile meteorologice Ștefan-Vodă, Comrat, Ceadîr-Lunga și Cahul, *înghețul în aer* reprezintă un fenomen climatic important care caracterizează regimul termic al sudului Republicii Moldova și influențează semnificativ activitățile agricole și procesele naturale din regiune.

Analiza datelor din zona de stepă sudică a Republicii Moldova, indică faptul că data medie a ultimului îngheț de primăvară se înregistrează, în general, în prima decadă a lunii aprilie. Astfel, la stația Ștefan-Vodă ultimul îngheț apare în medie la 7 aprilie, la Comrat și Ceadîr-Lunga la 10 aprilie, iar la Cahul la 5 aprilie, ceea ce evidențiază o ușoară variație spațială determinată de particularitățile locale ale reliefului și circulației maselor de aer. Totodată, extremele istorice arată că înghețurile pot apărea mult mai devreme sau mai târziu decât media multianuală, de exemplu cel mai târziu îngheț fiind înregistrat la 25 aprilie 1988 la Ștefan-Vodă și 2 mai 1988 la Ceadîr-Lunga, ceea ce indică posibilitatea apariției unor riscuri climatice pentru culturile timpurii.

În ceea ce privește data medie a primului îngheț de toamnă, aceasta se produce, în general, în ultima decadă a lunii octombrie, variind între 21 și 26 octombrie la stațiile analizate. În anii extremi, primul îngheț poate apărea mult mai devreme, de exemplu la 25 septembrie 1956 la Cahul sau 28 septembrie 1977 la mai multe stații, ceea ce evidențiază variabilitatea interanuală a condițiilor termice.

Durata perioadei fără îngheț în aer este relativ mare în sudul Republicii Moldova, având valori medii de 195-201 zile. Cele mai lungi intervale fără îngheț au fost înregistrate la Cahul (243 zile) și Ceadîr-Lunga (237 zile), în timp ce valorile minime au variat între 158 și 165 zile. Aceste valori confirmă caracterul relativ favorabil al condițiilor termice pentru dezvoltarea culturilor agricole termofile.

În ansamblu, analiza regimului înghețurilor evidențiază faptul că sudul Republicii Moldova beneficiază de o perioadă vegetativă relativ lungă, însă variabilitatea datelor extreme demonstrează existența unui risc climatic semnificativ, care trebuie luat în considerare în planificarea activităților agricole și în evaluarea vulnerabilității ecosistemelor și infrastructurii la fenomenele meteo-climatice.

Analiza frecvenței procentuale a vântului pe direcții evidențiază particularități regionale ale circulației atmosferice în sudul și sud-estul Republicii Moldova. Conform datelor prezentate (Tabelul 3), direcțiile dominante sunt cele nordice și

nord-vestice, ceea ce reflectă influența frecventă a advecțiilor de aer continental din sectorul nordic și nord-estic al Europei de Est.

La stația meteorologică Ștefan Vodă predomină vânturile din nord (27%) și nord-vest (18%), urmate de sectorul sudic (17%), în timp ce calmul atmosferic înregistrează o frecvență relativ ridicată (19%). Această distribuție sugerează un regim eolian moderat, cu alternanță între circulația nordică rece și influențele sudice mai calde.

Tabelul 3. Frecvența (%) direcției vântului și a calmului în zona de stepă sudică a Republicii Moldova

Stația meteorologica	Nord	Nord-Est	Est	Sud-Est	Sud	Sud-Vest	Vest	Nord Vest	Calm
Ștefan Vodă	27	9	7	9	17	5	8	18	19
Comrat	27	6	6	10	20	5	7	19	15
Ceadîr-Lunga	18	7	10	14	14	8	11	18	1
Cahul	25	10	9	13	15	10	6	12	6

La Comrat se remarcă aceeași dominație a direcției nord (27%), secondată de nord-vest (19%) și sud (20%), indicând o dinamică accentuată a schimburilor meridionale de mase de aer. Calmului îi revine 15%, ceea ce indică perioade relativ frecvente de stabilitate atmosferică.

Ceadîr-Lunga prezintă o distribuție mai echilibrată, cu frecvențe ridicate pentru nord (18%), nord-vest (18%), dar și pentru sud-est (14%) și sud (14%), sugerând o interferență mai activă a circulației estice și sud-estice, posibil influențată de particularitățile locale ale reliefului. Calmului îi revine doar 1%, ceea ce indică o intensitate mai pronunțată a circulației aerului.

La Cahul, direcția dominantă este nord (25%), urmată de sud (15%), sud-est (13%) și nord-vest (12%), în timp ce calmul reprezintă 6%. Comparativ cu celelalte stații, Cahul evidențiază o pondere mai ridicată a circulației sud-estice, ceea ce poate fi asociat cu influențe pontice și cu specificul climatic al extremității sud-vestice a țării.

În ansamblu, structura frecvenței direcțiilor de vânt confirmă predominanța circulației nordice și nord-vestice în sudul Republicii Moldova, cu variații locale determinate de poziția geografică și condițiile fizico-geografice regionale. Aceste particularități au implicații directe asupra regimului termic, al precipitațiilor și al dispersiei poluanților atmosferici.

Analiza vitezei vântului (m/s) la stațiile meteorologice din sudul Republicii Moldova – Ștefan Vodă, Comrat, Ceadîr-Lunga și Cahul – evidențiază particularități ale regimului eolian determinate de poziția geografică, gradul de fragmentare a reliefului și de influența circulației atmosferice regionale.

Viteza vântului. Valorile medii lunare ale vitezei vântului se încadrează, în general, între aproximativ 2,0 și 5,0 m/s, cu o creștere evidentă în sezonul rece și în lunile de tranziție (martie–aprilie), când intensificarea gradientului baric determină

sporirea circulației aerului. În perioada de iarnă și început de primăvară se înregistrează frecvent cele mai ridicate valori medii lunare, asociate cu activitatea ciclonilor atlantici și mediteraneeni, precum și cu advecțiile de aer rece din sector nordic și nord-estic.

Tabelul 4. Viteza medie a vântului (m/s) în zona de stepă sudică a Republicii Moldova

Stația meteorologica	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Anual
Ștefan Vodă	2,7	3,1	3,1	3	2,5	2,3	2,3	2,1	2,4	2,6	2,9	2,8	2,7
Comrat	3,1	3,3	3,4	3,3	3,1	2,9	2,7	2,5	2,5	2,5	2,7	2,8	2,9
Ceadîr-Lunga	4,5	4,8	5	5,1	4,4	4,0	3,7	3,5	3,9	4,2	4,5	4,5	4,3
Cahul	4,3	4,5	4,4	4,5	3,9	3,4	3,4	3,3	3,4	3,6	4,0	4,2	3,9

În anotimpul de *vară* (iunie–august), *viteza medie* a vântului manifestă o tendință de diminuare, coborând adesea sub 3,0 m/s, pe fondul reducerii contrastelor termobarice și al frecvenței mai mari a situațiilor de calm atmosferic sau circulație slabă. Totuși, episoadele convective pot genera intensificări temporare ale vântului, în special în contextul furtunilor de vară.

Din punct de vedere spațial, stațiile meteorologice situate în areale mai deschise, precum Cahul și Ștefan Vodă, pot înregistra valori ușor mai ridicate comparativ cu cele din zone relativ adăpostite. Diferențele dintre stațiile meteorologice nu sunt însă foarte mari, ceea ce sugerează o relativă omogenitate a regimului eolian la nivel regional, specifică câmpiei sudice a Republicii Moldova.

În ansamblu, regimul vitezei vântului în sudul țării reflectă influența circulației atmosferice est-europene și pontice, caracterizându-se prin variabilitate sezonieră moderată și prin predominanța vânturilor de intensitate slabă și moderată, cu implicații importante asupra evapotranspirației, dispersiei poluanților și potențialului energetic eolian regional.

Presiunea atmosferică. Analiza valorilor extreme ale presiunii atmosferice la stația meteorologică Comrat evidențiază particularitățile regimului baric specifice sudului Republicii Moldova, zonă caracterizată printr-o pronunțată influență a circulației atmosferice est-europene și sud-estice. Evaluarea valorilor maxime și minime atât la nivelul stației, cât și la nivelul mării permite o apreciere mai riguroasă a variabilității câmpului baric și a contextului sinoptic în care acestea se manifestă.

Valorile maxime ale *presiunii atmosferice* la nivelul stației ating aproximativ 1034 hPa, fiind asociate cu instalarea anticiclonilor continentali în sezonul rece. Aceste situații sinoptice sunt caracterizate prin mase de aer rece, stabil și dens, care determină creșterea presiunii și condiții de vreme predominant stabilă. În schimb, valorile minime înregistrate la nivelul stației, de circa 962 hPa, reflectă influența ci-

clonilor mediteraneeni sau atlantici, care pătrund în regiune și generează scăderi accentuate ale presiunii, fiind adesea asociate cu precipitații și intensificări ale vântului.

La nivelul mării, valorile extreme sunt mai ridicate datorită corecției altitudinale aplicate, maxima depășind 1050 hPa, iar minima situându-se în jurul valorii de 978 hPa. Amplitudinea barică rezultată, de peste 70 hPa, indică o variabilitate sinoptică semnificativă și confirmă caracterul dinamic al regimului atmosferic din sudul țării. În ansamblu, regimul presiunii atmosferice la stația Comrat se caracterizează prin contraste sezoniere pronunțate și prin frecvente influențe ale centrilor barici majori din Europa de Est și bazinul mediteranean. Aceste particularități reflectă poziția geografică a regiunii la interferența circulației continentale cu influențele sudice și sud-estice, evidențiind rolul determinant al factorilor dinamici în configurarea climatului regional.

Tabelul 5. Presiunea atmosferică (hPa) maximă și minimă la nivelul stației meteorologice Comrat și la nivelul mării

Stația meteorologica	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Anul	Presiunea la nivelul mării, anul
Comrat														
Maxima	1030,3	1029,2	1030,7	1017,7	1014,7	1012,1	1008,2	1009,8	1018,5	1024,4	1030,5	1034	1034	1051,8
Anul	1993	1989, 1993	1990	1960	1992	1950	1992	1990	1993	1993	1958	1963	1963	24.XII.1963
Minima	969,6	964,3	970,8	967,4	974,6	972,9	972,4	980,6	969	972,1	965,4	961,7	961,7	977,8
Anul	1981	1989	1968	1964	1978	1994	1971	1956	1974	1958	1946	1976	1976	3.XII.1976

Analiza **umezelii relative a aerului** (%) la stațiile meteorologice Ștefan-Vodă, Comrat, Ceadîr-Lunga și Cahul evidențiază particularitățile regimului higrometric din sudul Republicii Moldova, aflat sub influența climatului temperat-continental cu nuanțe excesive. Valorile medii lunare indică o distribuție sezonieră clară, cu *maxime în sezonul rece și minime în sezonul cald*, reflectând relația invers proporțională dintre temperatură și umezeala relativă.

În lunile de iarnă (decembrie–februarie), umezeala relativă atinge frecvent valori medii de 80-90%, determinate de temperaturile scăzute, evapotranspirația redusă și frecvența sporită a situațiilor anticiclonale cu inversiuni termice și ceață. Aceste condiții favorizează persistența umidității ridicate în stratul inferior al atmosferei. Primăvara se constată o diminuare treptată a valorilor, pe fondul creșterii temperaturilor și al intensificării circulației atmosferice.

Minimele anuale ale umezelii relative se înregistrează în lunile iulie și august, când valorile medii scad frecvent sub 60-65%, iar în perioadele de caniculă pot coborî temporar sub 40-45%. Acest regim higrometric estival este asociat cu dominanța ma-

selor de aer cald și uscat, provenite din sud-estul Europei, precum și cu intensificarea evapotranspirației. Toamna se remarcă o creștere progresivă a umezelii relative, odată cu reducerea temperaturilor și sporirea frecvenței precipitațiilor.

Comparativ spațial, diferențele dintre stațiile meteorologice sunt moderate, ceea ce sugerează o relativă omogenitate regională. Totuși, SM Cahul poate înregistra ușoare variații datorită influenței luncii Prutului, iar Ceadîr-Lunga și Comrat reflectă caracterul mai continental al Câmpiei Bugeacului, cu amplitudini sezoniere mai pronunțate.

În ansamblu, regimul umezelii relative confirmă alternanța unui sezon rece umed și a unui sezon cald relativ secetos, cu implicații directe asupra confortului bioclimatic, agriculturii și riscului de secetă atmosferică, în contextul accentuării variabilității climatice regionale.

Pe baza datelor oferite de Serviciul Hidrometeorologic al Republicii Moldova privind cantitatea lunară și anuală de precipitații (mm) pentru perioada 1981-2010 la stațiile meteorologice Ștefan-Vodă, Comrat, Ceadîr-Lunga și Cahul, se evidențiază particularități specifice regimului pluviometric din sudul Republicii Moldova.

Analiza valorilor lunare arată că distribuția precipitațiilor prezintă un regim sezonier pronunțat, cu maxime în perioada caldă a anului. În toate stațiile analizate, cantitățile cele mai mari de precipitații se înregistrează în lunile mai–iunie, când valorile depășesc frecvent 60-70 mm. De exemplu, la stația Ștefan-Vodă se înregistrează aproximativ 71 mm în iunie, la Comrat 64 mm, la Ceadîr-Lunga 74 mm, iar la Cahul 76 mm, ceea ce reflectă influența proceselor convective și a cicloanilor mediteraneeni activi în sezonul cald. De asemenea, în lunile de vară (iulie–august) cantitățile rămân relativ ridicate, variind în general între 44 și 59 mm, însă pot prezenta o ușoară diminuare comparativ cu începutul verii.

În perioada rece a anului precipitațiile sunt mai reduse. În lunile ianuarie–martie valorile lunare oscilează, în general, între 24 și 39 mm, ceea ce indică predominarea precipitațiilor slabe asociate circulației atmosferice continentale și cicloanilor de iarnă mai puțin activi în regiune.

Cantitatea anuală de precipitații evidențiază diferențe moderate între stațiile analizate. Valorile medii anuale sunt de aproximativ 537 mm la Ștefan-Vodă, 479 mm la Comrat, 467 mm la Ceadîr-Lunga și 508 mm la Cahul. Aceste valori confirmă caracterul relativ arid al climatului din sudul Republicii Moldova, unde cantitatea anuală de precipitații este mai redusă comparativ cu regiunile centrale și nordice ale țării. Totodată, se observă o ușoară creștere a precipitațiilor spre zona estică și sud-vestică, influențată de particularitățile circulației atmosferice regionale.

În concluzie, regimul precipitațiilor din sudul Republicii Moldova se caracterizează prin maxime estivale, minime în sezonul rece și o variabilitate spațială moderată, aceste particularități având implicații importante asupra resurselor de apă, agriculturii și stabilității ecosistemelor din regiune.

Analiza cantității maxime zilnice de precipitații (mm) la stațiile meteorologice Ștefan-Vodă, Comrat, Ceadîr-Lunga și Cahul evidențiază particularitățile manifestării fenomenelor pluviometrice extreme în sudul Republicii Moldova. Acest indicator

reflectă intensitatea maximă a precipitațiilor într-un interval de 24 de ore și are o importanță deosebită pentru evaluarea riscurilor hidrometeorologice, precum viiturile rapide, eroziunea solului sau inundațiile locale.

Conform datelor din tabel, la stația Ștefan-Vodă valorile maxime zilnice variază între 28 mm în februarie și 126 mm în iulie, această valoare reprezentând și maxima anuală, înregistrată în 2013. Alte valori ridicate apar în august (105 mm) și iunie (81 mm), ceea ce evidențiază predominarea precipitațiilor intense în sezonul cald, când procesele convective sunt mai active.

La stația Comrat, maxima zilnică anuală este de 82 mm, înregistrată în iunie 2007. Valorile lunare indică episoade importante și în septembrie (79 mm), august (77 mm) și iulie (74 mm). În sezonul rece cantitățile maxime sunt mai reduse, de exemplu 34 mm în decembrie, reflectând caracterul mai stabil al atmosferei în această perioadă.

În cazul stației Ceadîr-Lunga, maxima anuală atinge 81 mm, înregistrată în iunie 2016. Valorile ridicate se observă și în iulie (71 mm) și august (65 mm), în timp ce în lunile de iarnă cantitățile maxime zilnice sunt mult mai mici, de exemplu 23 mm în februarie. Această distribuție confirmă rolul important al instabilității atmosferice din sezonul cald în generarea precipitațiilor torențiale.

Stația Cahul înregistrează cele mai mari valori dintre stațiile analizate, maxima zilnică anuală fiind de 129 mm, înregistrată în septembrie 2013. De asemenea, valori ridicate apar în iulie (89 mm), octombrie (82 mm) și iunie (80 mm). Aceste episoade indică o frecvență mai mare a ploilor torențiale intense în partea sud-vestică a republicii, influențată de circulația cicloanilor mediteraneeni și de aportul maselor de aer umed din regiunea Mării Negre.

În ansamblu, analiza maximelor zilnice de precipitații arată că cele mai intense episoade pluviometrice se produc în sezonul cald (mai–septembrie), când procesele convective și circulația ciclonală regională favorizează apariția ploilor torențiale. Variabilitatea valorilor între stații reflectă influența factorilor geografici locali și a particularităților circulației atmosferice, confirmând caracterul neuniform și episodic al precipitațiilor extreme în sudul Republicii Moldova. Aceste caracteristici sunt esențiale pentru evaluarea hazardelor climatice și pentru gestionarea riscurilor hidrologice și agricole din regiune.

Pe baza datelor din tabel privind cea mai mică cantitate lunară și anuală de precipitații (mm) la stațiile meteorologice Ștefan-Vodă, Comrat, Ceadîr-Lunga și Cahul, se evidențiază particularitățile regimului pluviometric minim din sudul Republicii Moldova, care reflectă frecvența perioadelor cu deficit accentuat de precipitații și caracterul continental al climatului regional.

La stația Ștefan-Vodă, valorile minime lunare variază între 0 și 10 mm. Cele mai mici cantități sunt înregistrate în lunile iulie și septembrie (0 mm), ceea ce indică posibilitatea apariției unor luni complet lipsite de precipitații. În alte luni valorile minime sunt de 1 mm în martie, aprilie și octombrie, 3 mm în februarie, 4 mm în august și 2 mm în decembrie, iar maximul dintre valorile minime lunare apare în iunie (10

mm). Cantitatea anuală minimă înregistrată la această stație este de 302 mm (1983), ceea ce indică existența unor ani foarte secetoși.

La stația Comrat, valorile minime lunare sunt și mai reduse, oscilând între 0 și 3 mm. În lunile iulie, septembrie, octombrie, noiembrie și decembrie s-au înregistrat valori minime de 0 mm, ceea ce confirmă frecvența ridicată a perioadelor fără precipitații. În restul lunilor valorile minime sunt de 1 mm în aprilie, 2 mm în majoritatea lunilor de primăvară și vară, iar 3 mm în iunie. Cantitatea anuală minimă la această stație este de 222 mm (1928), ceea ce reflectă un regim pluviometric foarte redus în anumite perioade.

La Ceadîr-Lunga, valorile minime lunare sunt cuprinse între 0 și 13 mm. Cantități nule se observă în iulie, septembrie, noiembrie și decembrie, în timp ce în lunile ianuarie–mai valorile minime sunt de aproximativ 2 mm. O valoare relativ mai mare apare în iunie (13 mm) și august (7 mm). Cantitatea anuală minimă este de 296 mm (2011), ceea ce indică existența unor ani cu deficit pluviometric accentuat.

Stația Cahul prezintă valori minime lunare cuprinse între 0 și 8 mm. În iulie și septembrie cantitatea minimă este 0 mm, iar valori foarte mici se înregistrează și în octombrie, noiembrie și decembrie (0 mm). În alte luni valorile minime sunt de 1-2 mm, iar maxima dintre valorile minime apare în iunie (8 mm). Cantitatea anuală minimă este de 306 mm (1925).

În ansamblu, analiza evidențiază faptul că lunile de vară și începutul toamnei prezintă cele mai frecvente valori minime extrem de reduse sau chiar nule, ceea ce indică o variabilitate pluviometrică ridicată și o predispoziție la secete atmosferice în sudul Republicii Moldova. Aceste particularități climatice au implicații semnificative asupra agriculturii, resurselor de apă și stabilității ecosistemelor, confirmând caracterul relativ arid al climatului din această regiune.

Analiza datelor privind regimul stratului de zăpadă la stațiile meteorologice din sudul Republicii Moldova (Ștefan-Vodă, Comrat, Ceadîr-Lunga și Cahul) evidențiază particularități climatice specifice zonei de stepă sudică, caracterizată prin ierni relativ blânde și o stabilitate redusă a stratului nival. Conform datelor analizate, apariția stratului de zăpadă se produce, în general, în a doua parte a lunii decembrie sau chiar în ianuarie, ceea ce reflectă instalarea tardivă a condițiilor termice favorabile acumulării zăpezii. De exemplu, data medie a apariției stratului de zăpadă variază între 3 ianuarie la stația Comrat și 4 ianuarie la stația Cahul, în timp ce cele mai timpurii apariții au fost înregistrate în ultima decadă a lunii decembrie.

În ceea ce privește data distrugerii stratului stabil de zăpadă, aceasta se produce, în medie, în a doua jumătate a lunii februarie, cu variații între 13 februarie la stația Ceadîr-Lunga și 16 februarie la stațiile Ștefan-Vodă și Comrat. Totodată, cea mai târzie dată de topire a stratului de zăpadă poate fi tocmai în luna aprilie (de exemplu, 25 aprilie 2017 la stațiile Ștefan-Vodă, Comrat și Cahul).

Un indicator important al stabilității regimului nival îl reprezintă frecvența anilor cu strat stabil de zăpadă. Valorile analizate arată o frecvență relativ redusă, cuprinsă între 26% la Ceadîr-Lunga și 45% la Ștefan-Vodă. Stațiile Cahul și Comrat înregistrează valori intermediare, de 35% și respectiv 30%. Aceste rezultate confirmă

caracterul instabil al stratului de zăpadă în sudul Republicii Moldova, determinat de influența frecventă a maselor de aer mai cald și de oscilațiile termice din sezonul rece.

În ansamblu, regimul stratului de zăpadă în această regiune se caracterizează printr-o durată relativ scurtă, apariție tardivă și o frecvență redusă a formării unui strat stabil, aspecte care reflectă influența condițiilor climatice continentale moderat aride specifice sudului țării. Aceste particularități au implicații semnificative asupra bilanțului hidric, agriculturii și proceselor geomorfologice locale.

Pe baza valorilor prezentate de SHS, nebulozitatea medie lunară și anuală (în zecimi) la stațiile meteorologice Ștefan-Vodă, Comrat, Ceadîr-Lunga și Cahul reflectă particularitățile regimului de acoperire a cerului în sudul Republicii Moldova, fiind strâns legată de circulația atmosferică regională și de caracterul continental al climatului.

Analiza valorilor lunare indică existența unui regim sezonier bine conturat al nebulozității. Cele mai mari valori se înregistrează în sezonul rece, în special în decembrie și ianuarie, când nebulozitatea atinge aproximativ 6,5–7,5 zecimi la majoritatea stațiilor. De exemplu, la stația Ștefan-Vodă valorile sunt de aproximativ 7,3 zecimi în decembrie și 7,1 zecimi în ianuarie, la Comrat aproximativ 7,4 și 7,2 zecimi, la Ceadîr-Lunga circa 7,5 și 7,3 zecimi, iar la Cahul în jur de 7,2–7,4 zecimi. Aceste valori ridicate sunt determinate de frecvența maselor de aer umed, de activitatea ciclonală și de apariția frecventă a norilor stratiformi și a ceții.

În sezonul cald se observă o reducere semnificativă a nebulozității, valorile minime fiind înregistrate în iulie și august, când nebulozitatea scade până la aproximativ 3,0–3,5 zecimi. De exemplu, la Ștefan-Vodă nebulozitatea este de aproximativ 3,2 zecimi în iulie, la Comrat circa 3,1 zecimi, la Ceadîr-Lunga aproximativ 3,0 zecimi, iar la Cahul în jur de 3,2 zecimi. Această scădere este determinată de predominarea regimului anticiclonic și de stabilitatea atmosferică specifică sezonului estival, care favorizează cerul senin sau slab noros.

În lunile de primăvară și toamnă, valorile nebulozității prezintă un caracter intermediar, variind în general între 4,5 și 6,0 zecimi, reflectând tranziția dintre regimul atmosferic al sezonului rece și cel al sezonului cald.

Valorile medii anuale ale nebulozității sunt relativ apropiate între stațiile analizate, fiind de aproximativ 5,3-5,6 zecimi, ceea ce evidențiază o distribuție relativ uniformă a acoperirii noroase în sudul Republicii Moldova.

În ansamblu, regimul nebulozității din această regiune se caracterizează prin maxime în sezonul rece și minime în sezonul cald, reflectând influența circulației atmosferice continentale și a frecvenței situațiilor anticiclonale din timpul verii. Aceste particularități au un rol important în determinarea bilanțului radiativ, a duratei de strălucire a soarelui și a condițiilor agroclimatice din sudul Republicii Moldova.

Fenomenelor meteorologice din zona de stepă sudică a Republicii Moldova le sunt caracteristice o frecvență ridicată și o diversitate determinată de poziția geografică a regiunii, de influența circulației atmosferice continentale și de particularitățile suprafeței subiacente. Această regiune se caracterizează printr-un climat tempe-

rat-continental cu tendințe accentuate de aridizare, ceea ce favorizează manifestarea unor fenomene meteorologice specifice atât în sezonul rece, cât și în cel cald.

În sezonul rece predomină fenomene precum ceața, chiciura, poleiul și depunerile de promoroacă, asociate adesea cu pătrunderea maselor de aer umed și cu formarea inversiunilor termice în condiții anticiclonale. Ceața apare frecvent în lunile de toamnă și iarnă, reducând vizibilitatea și influențând transportul și activitățile economice. De asemenea, în anumite situații sinoptice pot apărea viscole și ninsori intense, însă acestea au o frecvență mai redusă comparativ cu regiunile nordice ale țării.

În sezonul cald se manifestă frecvent aversele torențiale, furtunile, grindina și intensificările de vânt, generate de procese convective și de instabilitatea atmosferică accentuată. Aceste fenomene pot fi însoțite de descărcări electrice și de cantități importante de precipitații într-un interval scurt de timp. În același timp, sudul Republicii Moldova este predispus la perioade de secetă atmosferică și pedologică, determinate de predominarea regimului anticiclonic și de temperaturile ridicate din timpul verii.

Un fenomen caracteristic regiunii de stepă este și apariția vânturilor puternice și a furtunilor de praf, care pot favoriza procesele de deflație și degradarea solurilor. Aceste procese sunt intensificate de lipsa precipitațiilor și de suprafețele agricole extinse.

În ansamblu, regimul fenomenelor meteorologice din zona de stepă sudică a Republicii Moldova se caracterizează prin variabilitate sezonieră pronunțată și alternanța între episoade de precipitații intense și perioade secetoase, ceea ce influențează semnificativ condițiile agroclimatice, resursele de apă și stabilitatea ecosistemelor regionale.

Concluzii

1. Zona de stepă sudică a Republicii Moldova se caracterizează printr-un climat temperat-continental cu tendințe accentuate de aridizare, evidențiat prin veri calde și frecvent secetoase, ierni relativ blânde și o variabilitate ridicată a elementelor climatice;
2. Analiza datelor meteorologice multianuale indică faptul că regimul precipitațiilor este neuniform, cu maxime în sezonul cald și perioade frecvente de deficit pluviometric, ceea ce favorizează apariția fenomenelor de secetă atmosferică și pedologică;
3. În regiune se manifestă periodic fenomene meteorologice extreme, precum averse torențiale, furtuni, grindină, vânturi puternice și episoade de secetă, care influențează semnificativ mediul natural și activitățile agricole;
4. Particularitățile climatice ale stepei sudice determină condiții agroclimatice specifice, iar cunoașterea variabilității elementelor meteorologice este esențială pentru gestionarea resurselor naturale, adaptarea agriculturii și evaluarea riscurilor climatice în sudul Republicii Moldova.

BIBLIOGRAFIE

1. Atlasul climatic al Republicii Moldova. Chișinău: Serviciul Hidrometeorologic de Stat, 2013.
2. BOIAN, I. *Climatologia Republicii Moldova*. Chișinău: Editura ASEM, 2015
3. BUSUIOC, A., CAIAN, M., CHEVAL, S., BOJARIU, R. *Variabilitatea și schimbarea climei în România și regiunea învecinată*. București: Pro Universitaria, 2010
4. CIULACHE, S. *Meteorologie și climatologie*. București: Editura Universitară, 2005.
5. MATEI, E. *Climatologie generală*. București: Editura Universitară, 2009.
6. NEDEALCOV, M. *Schimbările climatice*. Chișinău: Știința, 2012.
7. NEDEALCOV, M. *Hazardele climatice pe teritoriul Republicii Moldova*. Chișinău: Editura Știința, 2014.
8. RÂMBU, N. Geografia fizică a Republicii Moldova. Chișinău: Litera, 2001.
9. Serviciul Hidrometeorologic de Stat. *Anuarul climatic al Republicii Moldova*. Chișinău, 2019
10. World Meteorological Organization. *Guide to Climatological Practices*. Geneva, 2018

CALIFICATIVE PLUVIOMETRICE ANUALE ÎN REPUBLICA MOLDOVA UTILIZÂND INDICELE DE ARIDITATE DE MARTONNE[9]

ANNUAL RAINFALL QUANTITIES IN THE REPUBLIC OF MOLDOVA USING THE MARTONNE ARIDITY INDEX

Anatolie PUȚUNTICĂ, conf. univ., dr.,
UPS „Ion Creangă" din Chișinău

Anatolie PUȚUNTICĂ, PhD, Associate Professor,
„Ion Creanga" SPU of Chisinau
ORCID: 0000-0002-0446-7738
e-mail: putuntica.anatolie@upsc.md

CZU: 583.7:551.577.2(478)
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p266-272

Abstract. The article analyzes the spatial distribution and temporal variability of the Martonne aridity index in the Republic of Moldova, based on climate data from 2002–2025 for the Briceni, Chișinău and Cahul meteorological stations. The index is used to assess the relationship between precipitation and air temperature and to assess the degree of climatic aridity. The results highlight a clear north–south gradient of aridity: higher values in Briceni, intermediate values in Chișinău and the lowest values in Cahul. The analysis indicates significant interannual variability and a general trend of increasing climatic aridity, associated with increasing air temperature and relative reduction in precipitation.

Keywords: Martonne aridity index, climatic aridity, annual precipitation, climate variability, Republic of Moldova.

Introducere. Indicele de ariditate de Martonne reprezintă unul dintre cei mai utilizați indicatori sintetici pentru aprecierea raportului dintre resursele pluviometrice și regimul termic, fiind calculat prin relația **Im = P / (T + 10)**, unde **P** este cantitatea anuală de precipitații, iar **T** este temperatura medie anuală a aerului. Valoarea indicelui scade în condițiile diminuării precipitațiilor și/sau ale creșterii temperaturii, ceea ce îl face foarte util pentru evaluarea gradului de uscăciune climatică și a tendințelor de aridizare. În literatura de specialitate, valorile mai reduse ale indicelui corespund unor condiții mai aride, iar valorile mai ridicate indică un excedent relativ de umiditate; clasificările utilizate frecvent separă domeniile semiaride, mediteraneene, semiumede, umede și foarte umede.

Indicele de Martonne este frecvent utilizat în climatologie, biogeografie și geografie fizică pentru clasificarea climatelor, analiza secetelor și evaluarea vulnerabilității ecosistemelor. În special în regiunile temperate continentale, cum este și Republica Moldova, acest indicator permite identificarea gradului de ariditate climatică și a evoluției sale în timp, fiind util pentru studierea proceselor de aridizare, pentru

9 Articol realizat în cadrul temei de cercetare a Catedrei Geografie și Turism: Dezvoltarea umană în Republica Moldova din perspectiva resurselor naturale, socio-umane şi turistice în contextul procesului de integrare europeană (2025-2028).

managementul resurselor de apă și pentru evaluarea impactului schimbărilor climatice asupra agriculturii și ecosistemelor naturale. De asemenea, indicele este utilizat pentru compararea condițiilor climatice între diferite regiuni sau pentru analiza variațiilor climatice multianuale.

Indicele de Martonne a fost utilizat și în diverse lucrări, dedicate vulnerabilității ecosistemelor forestiere și evaluării impactului schimbărilor climatice asupra mediului din Republica Moldova. În astfel de cercetări, indicele este aplicat pentru a evidenția relația dintre variațiile climatice și dinamica ecosistemelor forestiere sau agricole, fiind adesea analizat împreună cu alți indicatori climatici, cum ar fi indicele standardizat al precipitațiilor sau indicatorii de secetă.

Pe lângă cercetările menționate, indicele de Martonne este utilizat în numeroase studii privind aridizarea climei, manifestarea fenomenelor de secetă și schimbările climatice în Europa de Est și în regiunea Podișului Moldovei. Analizele bazate pe acest indice au demonstrat că Republica Moldova se confruntă cu o tendință graduală de creștere a aridității climatice, în special în partea sudică a țării, unde valorile indicelui sunt mai reduse din cauza temperaturilor mai ridicate și a cantităților relativ mai mici de precipitații.

Materiale și metode. Baza principală a cercetării o constituie **datele meteorologice instrumentale** referitoare la temperatura medie anuală a aerului și la cantitatea anuală de precipitații. Aceste informații provin din observațiile climatologice realizate la stațiile meteorologice Briceni, Chișinău și Cahul, care reprezintă trei sectoare climatice importante ale Republicii Moldova: nordic, central și sudic. Pentru asigurarea relevanței statistice a analizei, au fost utilizate **serii de date pentru perioada 2002-2025**, ceea ce permite evidențierea variabilității interanuale și a tendințelor climatice recente.

Au fost utilizate **metode climatologice de analiză statistică**, în special calculul indicelui de ariditate de Martonne, determinat prin formula **Im = P / (T + 10)**, unde *P* reprezintă suma anuală a precipitațiilor (mm), iar *T* temperatura medie anuală a aerului (°C). Aplicarea acestei formule a permis evaluarea raportului dintre resursele pluviometrice și regimul termic, precum și determinarea gradului de ariditate climatică pentru fiecare an și stație analizată.

De asemenea, în cadrul cercetării au fost utilizate **materiale bibliografice și studii climatologice anterioare** privind ariditatea climatică din Republica Moldova și din regiunea Europei de Est, inclusiv lucrări realizate de cercetători precum Maria Nedealcov, Liviu Apostol, Valentin Răileanu și Tatiana Adamenko, care au analizat distribuția spațială a indicelui de ariditate și procesele de aridizare climatică.

Pragurile indicelui de ariditate De Martonne (Im) au permis clasificarea teritoriilor în diferite tipuri de climă, în funcție de raportul dintre precipitații și temperatură. Interpretarea valorilor indicelui se face pe baza unor intervale standard utilizate frecvent în climatologie.

Clasificarea principală este următoarea:

- **Im < 10 – climă aridă.** Aceste regiuni se caracterizează prin precipitații foarte reduse și evapotranspirație ridicată, specifice zonelor deșertice sau semideșertice.

- **Im = 10–20 – climă semiaridă.** Precipitațiile sunt insuficiente pentru o vegetație densă, iar secetele sunt frecvente.
- **Im = 20–30 – climă subumedă (sau subumedă uscată).** Regiunile prezintă un echilibru relativ între precipitații și temperatură, însă pot apărea perioade de deficit de umiditate.
- **Im = 30–40 – climă umedă moderată.** Precipitațiile sunt suficiente pentru dezvoltarea unei vegetații naturale bogate.
- **Im = 40–55 – climă umedă.** Umiditatea este relativ ridicată, iar deficitul de apă apare rar.
- **Im > 55 – climă foarte umedă.** Aceste condiții sunt specifice regiunilor montane sau oceanice cu precipitații abundente.

În studiile climatologice regionale, aceste praguri sunt utilizate pentru delimitarea zonelor climatice și pentru evaluarea gradului de ariditate al unui teritoriu. În **Republica Moldova**, valorile indicelui De Martonne se încadrează, în general, în intervalul **20-35**, ceea ce indică predominanța condițiilor **subumede**, cu tendințe mai accentuate spre **semiariditate în partea de sud**, în special în zona de stepă.

Rezultate și discuții. Analiza datelor pentru intervalul **2002-2025** evidențiază foarte clar o **diferențiere teritorială nord–centru–sud** a aridității climatice pe teritoriul Republicii Moldova. Stația **Briceni** înregistrează cele mai mari valori ale indicelui de Martonne, cu o medie multianuală de **30,35**, ceea ce reflectă cele mai favorabile condiții de umiditate relativă dintre cele trei stații analizate. Stația **Chișinău** are o medie de **25,60**, situându-se într-o poziție intermediară, în timp ce stația **Cahul** prezintă cea mai mică valoare medie, de numai **22,19**, confirmând caracterul mai accentuat al aridității în sudul țării. Această distribuție spațială este perfect coerentă cu particularitățile climatice regionale: spre nord temperaturile medii sunt mai reduse și cantitățile de precipitații, în general, mai mari, în timp ce spre sud crește rolul continentalismului excesiv, al temperaturilor ridicate și al deficitului relativ de umezeală.

Pentru stația meteorologică **Briceni**, seria anuală a indicelui Im este caracterizată printr-o amplitudine foarte mare, între **18,63** în anul **2015** și **50,79** în anul **2010**. Media ridicată și frecvența mare a valorilor de peste 28 arată că nordul Republicii Moldova păstrează, în ansamblu, un regim mai puțin afectat de ariditate. Din totalul anilor analizați, majoritatea se încadrează în categoria condițiilor **umede**, iar un număr important de ani ating chiar nivelul **foarte umed**. Anii **2005**, **2008**, **2010**, **2013**, **2014** și **2025** se remarcă prin valori ridicate ale indicelui, determinate de totaluri pluviometrice consistente, care au compensat valorile termice relativ ridicate. De exemplu, în **2010**, precipitațiile au atins **960 mm**, iar temperatura medie anuală a fost de **8,9°C**, ceea ce a generat cea mai mare valoare a indicelui din întreaga serie. La polul opus, anul **2015** a fost unul pronunțat mai secetos, cu numai **382 mm** precipitații și o temperatură medie anuală de **10,5°C**, ceea ce a determinat reducerea indicelui la **18,63**, semnalând un episod clar de intensificare a uscăciunii climatice. Totodată, în cazul Briceniului se observă și cea mai puternică tendință de scădere a indicelui

dintre cele trei stații, ceea ce sugerează că inclusiv nordul republicii este afectat, în ultimele decenii, de procese vizibile de aridizare (Tabelul 1).

Tabelul 1. Indicele de ariditate de Martonne (Im) la SM Briceni

Im=10-20	Semiaridă
Im=20-30	Subumedă
Im=30-40	Umedă moderată
Im=40-55	Umedă

Briceni	T, C°	Pp, mm	I m
2002	9,5	578	29,64
2003	8,6	618	33,22
2004	9	515	27,1
2005	8,7	800	42,78
2006	8,4	683	37,11
2007	10,1	618	30,74
2008	9,7	773	39,23
2009	9,6	445	22,7
2010	8,9	960	50,79
2011	9,1	439	22,98
2012	9,3	552	28,6
2013	9,4	639	32,93
2014	9,3	691	35,8
2015	10,5	382	18,63
2016	9,9	602	30,25
2017	9,8	578	29,19
2018	9,8	617	31,16
2019	10,6	596	28,93
2020	10,7	614	29,66
2021	8,9	605	32,01
2022	10,1	402	20
2023	11	458	21,8
2024	11,5	458	21,3
2025	10,3	648	31,92

La stația meteorologică **Chișinău**, valorile indicelui de Martonne exprimă un regim climatic de tranziție între nordul mai umed și sudul mai secetos. Media de **25,60** indică, în ansamblu, predominarea unor condiții **semiumede**, cu oscilații frecvente spre domeniul umed sau, în anii mai secetoși, spre valori apropiate de semiaridditatea moderată. Minimul seriei s-a înregistrat în **2019**, când indicele a coborât la **18,15**, pe fondul unei temperaturi medii anuale ridicate, de **12,2°C**, și al unor precipitații relativ reduse, de **403 mm**. În schimb, maximul a fost atins în **2010**, când indicele a urcat la **35,63**, datorită celor **734 mm** de precipitații și unei temperaturi medii de **10,6°C**. Variabilitatea interanuală la Chișinău este mai moderată decât la Briceni, însă suficient de expresivă pentru a ilustra sensibilitatea climatului central la alternanța anilor umezi și secetoși. Valorile mai mari din **2004**, **2005**, **2010**, **2016**, **2017**, **2021** și **2024** reflectă ani cu aport pluviometric bun, în timp ce anii **2009**, **2011**, **2015**, **2019**, **2022**, **2023** și **2025** sugerează o reducere a confortului hidric climatic. În ansamblu, la Chișinău nu se observă o reducere la fel de accentuată a indicelui ca la Briceni, însă menținerea frecventă a valorilor în jurul pragului 20–25 arată o vulnerabilitate climatică sporită (Tabelul 2).

Stația meteorologică Cahul exprimă cel mai bine specificul climatic al sudului Republicii Moldova, unde indicele de Martonne înregistrează cele mai mici valori și cele mai evidente semnale de ariditate. Media multianuală de **22,19** plasează această stație clar sub valorile din nord și centru, confirmând faptul că sudul țării se apropie cel mai mult de condițiile de **sem ariditate moderată** și de tranziție spre climat subumed secetos. Minimul seriei, de **15,12**, s-a produs în **2003**, când precipitațiile au însumat doar **307 mm**, iar temperatura medie anuală a fost de **10,3°C**. Alte valori foarte reduse au fost înregistrate în **2006** (**17,64**), **2018** (**16,86**), **2022** (**15,64**), **2023** (**16,69**)

Tabelul 2. Indicele de ariditate de Martonne (Im) la SM Chișinău

Chisinau	T, C°	Pp, mm	I m
2002	10,8	604	29,03
2003	9,8	459	23,18
2004	10,3	591	29,11
2005	10,5	638	31,12
2006	10,2	564	27,92
2007	12,1	480	21,71
2008	11,3	466	21,87
2009	11,4	446	19,91
2010	10,6	734	35,63
2011	10,5	428	20,87
2012	11,2	522	24,62
2013	11,1	531	25,16
2014	10,9	604	28,89
2015	12	431	19,59
2016	11,2	644	30,37
2017	11,2	635	29,95
2018	11,2	609	28,72
2019	12,2	403	18,15
2020	12,7	562	24,75
2021	10,6	666	32,33
2022	11,7	444	20,46
2023	12,7	430	18,94
2024	13	715	31,08
2025	11,7	457	21,05

Im=10-20	Semiaridă
Im=20-30	Subumedă
Im=30-40	Umedă moderată
Im=40-55	Umedă

și **2025** (**17,79**), ceea ce arată că sudul republicii este afectat repetat de ani cu deficit hidric pronunțat. Maximul, de **33,30**, a fost atins în **2013**, an cu **716 mm** precipitații, demonstrând încă o dată că variația indicelui depinde în primul rând de regimul pluviometric anual. Chiar și în anii mai favorabili, însă, Cahul rămâne sub nivelul de umiditate specific Briceniului și, în majoritatea cazurilor, și sub cel al Chișinăului. Din totalul celor 24 de ani analizați, aproape jumătate se înscriu în intervalul **10-20**, ceea ce confirmă persistența unor condiții apropiate de semiariditate.

Tabelul 3. Indicele de ariditate de Martonne (Im) la SM Cahul

Cahul	T, C°	Pp, mm	I m
2002	11	531	25,28
2003	10,3	307	15,12
2004	10,9	470	22,48
2005	10,8	513	24,66
2006	10,8	367	17,64
2007	12,3	517	23,18
2008	11,8	444	20,36
2009	11,8	405	18,57
2010	11,2	699	32,97
2011	10,6	371	18,00
2012	11,7	595	27,41
2013	11,5	716	33,30
2014	11,3	611	28,68
2015	12,1	466	21,08
2016	11,8	633	29,03
2017	11,5	574	26,69
2018	11,7	366	16,86
2019	12,6	448	19,82
2020	13,1	460	19,91
2021	11,4	490	22,89
2022	12,5	352	15,64
2023	13,3	389	16,69
2024	13,7	440	18,56
2025	12,7	404	17,79

Im=10-20	Semiaridă
Im=20-30	Subumedă
Im=30-40	Umedă moderată
Im=40-55	Umedă

Compararea celor trei stații pune în evidență o **relație inversă clară între indicele Im și poziția latitudinală spre sud**, respectiv o creștere a aridității de la Briceni la Cahul. Această diferențiere este explicată de două mecanisme climatice majore.

Primul este reprezentat de **creșterea temperaturii medii anuale** de la nord la sud: dacă la Briceni valorile anuale sunt, în general, în jurul a 9-10°C, la Cahul ele depășesc frecvent 11-13°C. Al doilea mecanism este legat de **cantitățile de precipitații**, care, deși variabile interanual, tind să fie mai reduse în sud. În consecință, numitorul formulei indicelui crește, iar numărătorul scade sau rămâne insuficient pentru a compensa creșterea termică, ceea ce conduce la micșorarea Im. Din analiza statistică a seriilor reiese foarte clar că variația indicelui este determinată în primul rând de precipitații, dar este accentuată de creșterea termică.

Foarte relevantă este și comparația dintre prima și a doua jumătate a intervalului analizat. La **Briceni**, media indicelui a scăzut de la **33,15** în perioada **2002–2013** la **27,55** în intervalul **2014-2025**, concomitent cu o creștere a temperaturii medii anuale cu circa **1,0°C** și o reducere a precipitațiilor medii anuale cu aproximativ **81 mm**. La **Chișinău**, media indicelui s-a redus mai slab, de la **25,84** la **25,36**, însă temperatura a crescut cu aproape **0,94°C**, ceea ce sugerează că eventualele creșteri ale precipitațiilor în unii ani au compensat doar parțial încălzirea. La **Cahul**, media indicelui a scăzut de la **23,25** la **21,14**, în condițiile unei creșteri termice de circa **1,08°C** și ale unei reduceri a precipitațiilor medii anuale cu aproximativ **25 mm**. Aceste rezultate indică faptul că procesul de aridizare nu este uniform spațial, dar este prezent în toate cele trei regiuni analizate, fiind mai puternic în nord și sud, unde combinația dintre încălzire și modificarea regimului pluviometric a influențat mai evident valoarea indicelui.

Din punct de vedere geografic și aplicativ, valorile indicelui de Martonne au implicații importante pentru agricultură, resurse de apă și funcționarea geosistemelor de stepă și silvostepă. În anii cu valori scăzute ale indicelui, mai ales la Cahul și parțial la Chișinău, se accentuează riscul de secetă atmosferică și pedologică, scade eficiența precipitațiilor pentru culturile agricole și crește presiunea asupra rezervelor de apă din sol. În schimb, valorile mai ridicate, cum au fost cele din 2010 sau **2013**, indică ani favorabili din punctul de vedere al bilanțului climatic de umezeală. Totuși, succesiunea mai frecventă a anilor cu indice redus în perioada recentă sugerează consolidarea unui fond climatic tot mai predispus la uscăciune, în special în sudul Republicii Moldova.

În concluzie, analiza indicelui de ariditate de Martonne pentru stațiile Briceni, Chișinău și Cahul confirmă existența unui gradient teritorial clar al aridității, cu valori mai mari în nord și mai mici în sud. Briceni se caracterizează prin cele mai favorabile condiții de umiditate relativă, Chișinău printr-un regim intermediar, iar Cahul prin cea mai accentuată predispoziție spre ariditate. Variabilitatea interanuală a indicelui este mare la toate stațiile, ceea ce demonstrează sensibilitatea climatului regional la oscilațiile termopluviometrice. În același timp, reducerea mediilor indicelui în perioada recentă, asociată cu creșterea temperaturii aerului, evidențiază tendințe de aridizare climatică, mai pronunțate în sudul republicii, dar vizibile și în centru și nord. Prin urmare, indicele de Martonne confirmă faptul că sudul Republicii Moldova rămâne sectorul cel mai vulnerabil la procesele de uscăciune climatică, iar această vulnerabilitate este amplificată de încălzirea recentă a climei.

BIBLIOGRAFIE

1. ADAMENKO, T. *Climate Change and Agricultural Risks in Eastern Europe*. Kyiv: Ukrainian Hydrometeorological Institute, 2014.
2. APOSTOL, L. *Clima României*. Iași: Editura Universității „Alexandru Ioan Cuza", 2008
3. BOGDAN, O., Niculescu, E. *Riscurile climatice din România*. București: Editura Academiei Române, 1999
4. Biroul Național de statistică. https://statistica.gov.md/
5. MARTONNE, E. *Une nouvelle fonction climatologique: l'indice d'aridité*. La Météorologie, 1926, 2, 449–458.
6. NEDEALCOV, M. *Schimbările climatice regionale*. Chișinău: Tipografia Centrală, 2012.
7. NEDEALCOV, M. *Variabilitatea și schimbarea climei în Republica Moldova*. Chișinău: Academia de Științe a Moldovei, 2015.
8. RĂILEANU, V. *Climatologia Republicii Moldova*. Chișinău: Editura Știința, 2007.
9. SPINONI, J., VOGT, J., BARBOSA, P. European drought climatologies and trends based on drought indices. *International Journal of Climatology*, 2015, 35(13), 3927–3941.
10. UNDP Moldova *Climate Change Adaptation Strategy in the Republic of Moldova*. Chișinău, 2019.
11. World Meteorological Organization (WMO). *Guidelines on Climate Indices and Climate Monitoring*. Geneva, 2017.

CURRICULUMUL LA GEOGRAFIE ÎN CONTEXTUL REFORMEI EDUCAȚIONALE: PROVOCĂRI ȘI OPORTUNITĂȚI

THE GEOGRAPHY CURRICULUM IN THE CONTEXT OF EDUCATIONAL REFORM: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES

Elena SOCHIRCĂ, conf. univ., dr.,
UPS „Ion Creangă" din Chișinău
Elena BEREGOI, profesoară de geografie
IPLT „M. Kogălniceanu"

Elena SOCHIRCĂ, PhD, Associate Professor,
"Ion Creanga" SPU of Chisinau,
ORCID: 0000-0002-7716-4842
e-mail: sochirca.elena@upsc.md
Elena BEREGOI, Geography Teacher,
Public Institution "M. Kogălniceanu" Theoretical Lyceum
e-mail: elenbi2000@gmail.com

CZU:37.091.214:91
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p273-279

Abstract. This paper examines the modernization of the Geography curriculum in the context of educational reform in the Republic of Moldova, highlighting key challenges and directions for improvement. The study is grounded in the need to align geographical education with contemporary scientific, technological, and societal transformations, as well as with the National Curriculum Framework (CRCN, 2025). Major challenges include curriculum overload, rigid instructional organization, the predominance of traditional assessment, and limited interdisciplinary integration. In response, the new curriculum promotes a competence-based approach focused on spatial analysis, contextualized learning, and the integration of digital technologies, including Geographic Information Systems and artificial intelligence. It also emphasizes curriculum flexibility, interdisciplinary learning, and the reconfiguration of assessment through formative and authentic methods. The findings underline the importance of a dynamic and adaptive curriculum capable of addressing students' needs and the demands of contemporary society.

Keywords: curriculum, geography, sustainable development, values, education

Introducere. Reforma educațională din Republica Moldova este un proces continuu și complex, care vizează modernizarea educației în acord cu standardele europene și cu nevoile societății contemporane, cum ar fi digitalizarea, dezvoltarea durabilă, competențele pentru viață. În Republica Moldova, reforma educațională ce vizează modernizarea curriculumului s-a produs etapizat. Curriculumul axat pe formare de competențe a fost implementat începând cu anul 2010, când are loc trecerea de la un curriculum centrat pe conținuturi la un curriculum centrat pe competențe. În anul 2014, odată cu adoptarea Codului educației, este introdusă paradigma învățăt-

rii axate pe formare de competențe-cheie. În anul 2019 a avut loc o reconceptualizare și o revizuire a curricula, focusată pe formare de competențe și valori, care a furnizat procesului de învățământ direcții mai clare de formare-dezvoltare a personalității elevului, sugerând o abordare integratoare a activității de formare-evaluare a competențelor școlare.

Noua reformă curriculară a început în anul 2024, aceasta fiind fundamentată pe noile prevederi ale documentelor de politică educațională: Codul Educației al Republicii Moldova; Strategia Națională „Educația 2030"; Concepția de dezvoltare curriculară; Cadrul de Referință al Curriculumului Național, 2025.

Revizuirea curriculumului a devenit necesară pentru alinierea la recomandările Consiliului Europei privind competențele-cheie pentru învățarea pe tot parcursul vieții, precum și pentru consolidarea profilului absolventului adaptat cerințelor viitorului. De asemenea, această revizuire contribuie la realizarea priorităților stabilite în Strategia națională de dezvoltare „Educația 2030", care vizează dezvoltarea unui sistem educațional incluziv, orientat spre dezvoltarea personală, cetățenia activă și responsabilă. În contextul transformărilor social-economice, al schimbărilor climatice, al digitalizării accelerate și al creșterii riscurilor naturale, disciplina Geografie are un rol esențial în formarea elevilor prin dezvoltarea gândirii spațiale, sistemice și critice, precum și a competențelor pentru viață, cetățenie activă și dezvoltare durabilă.

Scopul cercetării constă în analiza procesului de modernizare a curriculumului la disciplina Geografie în contextul reformei educaționale din Republica Moldova și identificarea principalelor provocări și oportunități generate de implementarea noului Cadru de Referință al Curriculumului Național (2025).

Obiectivele cercetării:

- Analiza contextului actual al reformei curriculare din Republica Moldova.
- Identificarea provocărilor care au determinat necesitatea revizuirii curriculumului la Geografie.
- Evidențierea elementelor de noutate și a direcțiilor de modernizare curriculară.
- Analiza contribuției tehnologiilor digitale, GIS și inteligenței artificiale în educația geografică.
- Determinarea impactului noilor orientări curriculare asupra dezvoltării competențelor geografice și a competențelor-cheie.

Ipoteza cercetării. Se presupune că modernizarea curriculumului la Geografie, prin centrarea pe competențe, integrarea tehnologiilor digitale, flexibilizarea procesului didactic și promovarea abordărilor interdisciplinare, contribuie la creșterea relevanței educației geografice și la dezvoltarea competențelor necesare elevilor secolului XXI.

Metodologia cercetării. Cercetarea are caracter teoretico-analitic și utilizează o abordare calitativă. Studiul se bazează pe analiza documentelor de politici educaționale, a documentelor curriculare naționale și a literaturii de specialitate privind

reforma curriculară, educația geografică și dezvoltarea competențelor. Au fost examinate documente normative și strategice relevante pentru sistemul educațional din Republica Moldova, inclusiv Cadrul de Referință al Curriculumului Național (2025), Strategia „Educația 2030" și documentele de evaluare curriculară.

Metode de cercetare: analiza documentară; analiza comparativă; analiza curriculară; sinteza și generalizarea datelor; interpretarea critică a documentelor educaționale și curriculare. Rezultatele cercetării pot fi valorificate în procesul de elaborare și implementare a curriculumului la Geografie, în elaborarea manualelor școlare, în proiectarea activităților didactice și în programele de formare inițială și continuă a profesorilor.

Rezultate și discuții. Revizuirea curriculumului la disciplina Geografie se înscrie în dinamica transformărilor științifice și sociale contemporane, fiind determinată de dezvoltarea accelerată a tehnologiilor digitale și de intensificarea provocărilor de mediu. Aceste mutații impun o reconsiderare profundă a rolului Geografiei în învățământul general, orientând disciplina spre formarea unor competențe relevante pentru înțelegerea lumii actuale și pentru participarea activă și responsabilă în societate. Elementele de noutate introduse în curriculumul de Geografie sunt fundamentate pe evoluțiile recente ale științei geografice, pe transformările tehnologice și pe necesitățile societății contemporane, fiind în deplină concordanță cu Cadrul de Referință al Curriculumului Național aprobat în anul 2025, precum și cu tendințele majore din spațiul educațional european. În acest context, se evidențiază câteva direcții esențiale de modernizare curriculară:

– curriculumul este orientat explicit spre dezvoltarea profilului absolventului, vizând formarea competențelor necesare înțelegerii spațiului geografic contemporan și asumării unui comportament responsabil față de mediu și societate. Astfel, elevul este pregătit să analizeze și să evalueze procese și fenomene geografice, să gândească sistemic și critic și să participe activ la viața comunității.
– se realizează o reorganizare a conținuturilor curriculare dintr-o perspectivă sistemică și interdisciplinară, valorificând conexiunile cu științele naturii și cu domeniile noilor educații (educația pentru societate, educația antreprenorială, educația pentru mediu, educația pentru valori etc.). Accentul este plasat pe probleme geografice actuale, precum schimbările climatice, riscurile și hazardele naturale și antropice, dezvoltarea durabilă, îmbătrânirea demografică, calitatea vieții, inegalitățile teritoriale și interdependențele globale.
– modernizarea strategiilor didactice se concretizează prin orientarea spre învățarea activă și contextualizată, utilizarea studiilor de caz actuale, a proiectelor bazate pe probleme reale, a investigațiilor locale și a analizelor de contexte geografice autentice. Aceste abordări contribuie la dezvoltarea competențelor transversale și aplicative ale elevilor.
– integrarea funcțională a tehnologiilor digitale și a datelor spațiale în procesul de predare–învățare–evaluare. Utilizarea hărților digitale, a imaginilor

satelitare, a platformelor interactive, a bazelor de date statistice actuale și a Sistemelor Informaționale Geografice (GIS) susține dezvoltarea competenței digitale, a alfabetizării datelor și a capacității de interpretare critică a informației geografice.

– curriculumul valorifică integrarea inteligenței artificiale ca instrument educațional, utilizată pentru analiza informației, personalizarea învățării și susținerea gândirii critice, în concordanță cu recomandările CRCN (2025) privind competențele viitorului și utilizarea etică a tehnologiilor emergente.

Prin aceste elemente de noutate, curriculumul la Geografie își consolidează caracterul modern, aplicativ și formativ, răspunzând atât evoluțiilor științei geografice, cât și cerințelor societății contemporane și nevoilor reale ale elevilor secolului XXI.

Modernizarea curriculumului la disciplina Geografie se fundamentează pe un ansamblu de provocări identificate în procesul de implementare a curriculumului în vigoare, care evidențiază necesitatea unei regândiri sistemice a conținuturilor, strategiilor didactice și mecanismelor de evaluare. Una dintre principalele dificultăți o constituie supraîncărcarea curriculară, reflectată prin volumul excesiv de conținuturi, liste extinse de noțiuni și obiective specifice disciplinei. Această situație limitează posibilitatea realizării unei învățări aprofundate și a aplicării cunoștințelor în contexte variate, favorizând în schimb memorarea reproductivă în detrimentul formării competențelor. Problema este amplificată de constrângerile temporale, în special în condițiile unui timp didactic redus alocat disciplinei.

O altă provocare majoră vizează rigiditatea organizării procesului didactic, determinată de existența unor cerințe formale privind lucrările practice și de un calendar fix al evaluărilor. Aceste elemente reduc autonomia cadrului didactic și capacitatea de adaptare la particularitățile clasei și ale contextului educațional. În plus, se constată dificultăți în integrarea funcțională a tehnologiilor digitale și a datelor spațiale actuale, generate atât de accesul inegal la resurse materiale, cât și de necesitatea consolidării competențelor digitale ale cadrelor didactice prin formare continuă.

De asemenea, se evidențiază preponderența evaluării tradiționale, centrată pe verificarea cunoștințelor declarative, în detrimentul evaluării autentice a competențelor integrate. Această abordare limitează valorizarea dimensiunilor formative ale evaluării și nu reflectă în mod adecvat achizițiile elevilor în raport cu noile educații, precum educația pentru dezvoltare durabilă, cetățenia globală sau competența digitală. Totodată, evaluarea procesului de învățare și a reflecției elevului rămâne insuficient valorificată în practica didactică.

O altă dimensiune problematică este reprezentată de dificultatea asigurării progresiei coerente a învățării, de la nivel local la nivel regional și global, precum și de realizarea conexiunilor interdisciplinare. Aceste limite afectează continuitatea formării competențelor geografice și reduc relevanța învățării în raport cu realitățile complexe ale lumii contemporane.

În ansamblu, aceste provocări argumentează necesitatea dezvoltării unui curriculum flexibil, centrat pe competențe, care să permită adaptarea proceselor de pre-

dare, învățare și evaluare la dinamica societății actuale și la nevoile reale ale elevilor. Un astfel de curriculum trebuie să susțină integrarea interdisciplinară, utilizarea tehnologiilor digitale și promovarea unei evaluări autentice, orientate spre dezvoltarea competențelor pentru viață. În acest context, noul curriculum la disciplina Geografie răspunde în mod sistematic disfuncționalităților identificate în procesul de predare–învățare–evaluare, prin promovarea unei abordări integrate, interdisciplinare și centrate pe dezvoltarea competențelor geografice, în concordanță cu principiile Cadrului de Referință al Curriculumului Național. Astfel, una dintre direcțiile fundamentale vizează reorientarea demersului didactic de la acumularea de informații către formarea competențelor. Accentul este plasat pe dezvoltarea capacităților de analiză spațială, pe interpretarea relațiilor dintre om și natură și pe utilizarea informațiilor geografice în contexte autentice, relevante pentru viața cotidiană.

În același timp, noul curriculum propune reducerea supraîncărcării informaționale, prin diminuarea caracterului descriptiv al conținuturilor și prin comasarea temelor repetitive. Se privilegiază abordarea conceptelor geografice esențiale, facilitând înțelegerea aprofundată a fenomenelor și proceselor, în detrimentul memorării detaliilor factologice.

O altă direcție importantă o constituie flexibilizarea procesului didactic, realizată prin eliminarea prescripțiilor rigide privind organizarea lucrărilor practice și a evaluărilor obligatorii. Această schimbare conferă cadrului didactic o autonomie sporită în selectarea și adaptarea strategiilor de predare–învățare, în funcție de particularitățile elevilor, de resursele disponibile și de specificul contextului local. În acest sens, sunt încurajate demersuri precum investigațiile de teren, studiile de caz locale și proiectele tematice.

De asemenea, curriculumul urmărește creșterea motivației pentru învățare, prin integrarea unor situații autentice și relevante, precum analiza problemelor de mediu la nivel local sau studiul dinamicii și mobilității populației. Aceste contexte facilitează corelarea cunoștințelor geografice cu realitățile cotidiene și contribuie la dezvoltarea unei învățări semnificative.

În ceea ce privește evaluarea, se remarcă reconfigurarea paradigmei evaluative, prin trecerea de la verificarea reproductivă a cunoștințelor la evaluarea formativă și autentică a competențelor. Utilizarea proiectelor, portofoliilor și a investigațiilor geografice permite monitorizarea progresului elevilor și susținerea învățării continue, în acord cu principiile evaluării centrate pe competențe. În ansamblu, aceste direcții de optimizare consolidează caracterul flexibil, relevant și aplicativ al curriculumului la disciplina Geografie, contribuind la formarea unor elevi capabili să înțeleagă și să interpreteze critic realitățile geografice contemporane.

Concluzii. Modernizarea curriculumului la disciplina Geografie reprezintă un demers necesar și oportun, determinat de transformările profunde ale societății contemporane și de evoluțiile recente din domeniul științei și tehnologiei. Analiza realizată evidențiază faptul că actualul proces de reformă curriculară din Republica Moldova este orientat spre consolidarea unei educații relevante, centrate pe competențe și adaptate cerințelor secolului XXI. Provocările identificate, precum supraîncărcarea

curriculară, rigiditatea organizării procesului didactic, predominanța evaluării tradiționale și dificultățile de integrare interdisciplinară, justifică necesitatea unei regândiri sistemice a curriculumului. Noul curriculum propune soluții coerente, fundamentate pe flexibilitate, interdisciplinaritate și contextualizarea învățării, contribuind la dezvoltarea gândirii critice, a analizei spațiale și a responsabilității față de mediu și societate. Integrarea tehnologiilor digitale, a Sistemelor Informaționale Geografice și a inteligenței artificiale deschide noi perspective pentru eficientizarea procesului educațional și pentru formarea competențelor digitale și analitice ale elevilor. Totodată, reconfigurarea evaluării în direcția unor practici formative și autentice susține monitorizarea progresului și învățarea continuă.

Recomandări:

- Continuarea procesului de flexibilizare curriculară prin reducerea supraîncărcării informaționale și accentuarea conceptelor geografice fundamentale.
- Consolidarea dimensiunii interdisciplinare a curriculumului prin dezvoltarea conexiunilor funcționale dintre Geografie și alte discipline școlare, inclusiv în contextul educației pentru dezvoltare durabilă.
- Extinderea utilizării tehnologiilor digitale, a Sistemelor Informaționale Geografice (GIS), a inteligenței artificiale și a resurselor geospațiale în procesul de predare–învățare–evaluare.
- Diversificarea strategiilor de evaluare prin utilizarea proiectelor, portofoliilor, investigațiilor geografice și a altor metode autentice orientate spre evaluarea competențelor.
- Dezvoltarea programelor de formare continuă pentru cadrele didactice în domeniul pedagogiilor inovatoare, tehnologiilor geospațiale și utilizării responsabile a inteligenței artificiale în educație.
- Elaborarea unor resurse educaționale moderne care să valorifice contexte geografice actuale, date reale și studii de caz relevante pentru Republica Moldova.
- Promovarea în educația geografică a competențelor pentru dezvoltare durabilă, cetățenie globală și responsabilitate față de mediu, în concordanță cu Agenda 2030 și cu prioritățile educaționale europene.

În concluzie, succesul implementării noului curriculum depinde de asigurarea unui echilibru între exigențele teoretice și realitățile practice ale sistemului educațional, inclusiv prin formarea continuă a cadrelor didactice, dezvoltarea resurselor educaționale și susținerea unei culturi organizaționale orientate spre inovație și calitate. Astfel, curriculumul la Geografie poate deveni un instrument esențial în formarea unor cetățeni activi, responsabili și capabili să înțeleagă și să gestioneze complexitatea lumii contemporane.

BIBLIOGRAFIE

1. ANDRIȚCHI, V; A. GREMALSCHI; M. MARIN; N. VELIȘCO; T. ȚÎBULEAC. Cadrul de referință al curriculumului national. Chișinău, 2025
2. AXÂNTI, S; E. SOCHIRCĂ; L. ȘVEȚ; A. NUCĂ; M. HACHI. Raport final de evaluare a curriculumului la disciplina școlară *geografia*. Aprobat prin Ordinul Ministerului Educației și Cercetării nr. 906/2019.
3. OECD. *OECD Learning Compass 2030*. Paris: OECD Publishing, 2019.
4. European Commission, Joint Research Centre. *GreenComp: The European Sustainability Competence Framework*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2022.
5. UNESCO. *Reimagining Our Futures Together: A New Social Contract for Education*. Paris: UNESCO Publishing, 2021.
6. UNESCO. *Education for Sustainable Development: A Roadmap*. Paris: UNESCO Publishing, 2020.
7. EUROPEAN COMMISSION. *Key Competences for Lifelong Learning*. Brussels, 2018.
8. FULLAN, M.; QUINN, J. *Coherence: The Right Drivers in Action for Schools, Districts, and Systems*. Thousand Oaks: Corwin Press, 2016.
9. HATTIE, J. *Visible Learning: A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement*. London: Routledge, 2009.
10. Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova. *Strategia de dezvoltare „Educația 2030”*. Chișinău.

EDUCAȚIA STEAM CA INSTRUMENT DE IMPLEMENTARE A OBIECTIVELOR DE DEZVOLTARE DURABILĂ ÎN EDUCAȚIA GEOGRAFICĂ

STEAM EDUCATION AS A TOOL FOR IMPLEMENTING THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS IN GEOGRAPHY EDUCATION

Elena SOCHIRCĂ, conf. univ., dr.,
UPS „Ion Creangă" din Chișinău
Silvia SUVAC, dr.,
UPS „Ion Creangă" din Chișinău

Elena SOCHIRCĂ, PhD, Associate Professor,
"Ion Creanga" SPU of Chisinau
ORCID: 0000-0002-7716-4842
e-mail: sochirca.elena@upsc.md
Silvia SUVAC, PhD,
"Ion Creanga" SPU of Chisinau
ORCID: 0009-0005-4137-9998
e-mail: godonoaga.silvia@upsc.md

CZU:37.091:91
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p280-286

Abstract. The contemporary educational paradigm places increasing emphasis on integrating the principles of sustainable development into the teaching–learning–assessment process, in accordance with the 2030 Agenda and the Sustainable Development Goals (SDGs). In the Republic of Moldova, the curricular reform initiated through the National Curriculum Reference Framework (2025) creates favorable conditions for rethinking geography education from the perspective of sustainability, global citizenship, and interdisciplinary learning. Geography plays a strategic role in understanding the relationships between society and the environment, spatial inequalities, global interdependencies, and the complexity of socio-ecological systems. The article highlights the potential of geography education to promote Education for Sustainable Development (ESD) through holistic, systemic, and competency-based approaches. The study analyzes the ways in which geography education can contribute to the implementation of the SDGs through the integration of key geographical concepts such as space, place, scale, environment, interdependence, and spatial dynamics.

Keywords: geography education, sustainable development, Education for Sustainable Development (ESD), Sustainable Development Goals (SDGs), curricular reform, sustainability competencies, spatial thinking.

Introducere. Republica Moldova se află într-o etapă de reformă curriculară, orientată spre implementarea Cadrului de Referință al Curriculumului Național aprobat în anul 2025 și spre armonizarea cu tendințele educației europene și inter-

naționale. Noua viziune curriculară promovează formarea competențelor printr-o abordare integrată, bazată pe gândire critică, creativitate, digitalizare și sustenabilitate, precum și valorificarea interdisciplinarității și transdisciplinarității ca instrumente ale formării holistice.

În acest context, dezvoltarea durabilă devine un reper fundamental al politicilor educaționale contemporane. Agenda 2030 pentru Dezvoltare Durabilă și cele 17 Obiective de Dezvoltare Durabilă (ODD) solicită sistemelor educaționale să contribuie activ la formarea unor cetățeni capabili să înțeleagă și să gestioneze probleme complexe precum schimbările climatice, degradarea mediului, inegalitățile sociale, securitatea alimentară, gestionarea resurselor și transformările globale accelerate. Educația pentru Dezvoltare Durabilă (EDD) presupune depășirea abordărilor tradiționale centrate pe transmiterea de informații și orientarea procesului educațional spre formarea competențelor de analiză sistemică, anticipare, colaborare, participare și luare responsabilă a deciziilor.

Geografia este una dintre disciplinele cu cel mai mare potențial de integrare a principiilor dezvoltării durabile în educație. Prin natura sa interdisciplinară, geografia studiază relațiile dintre om și mediu, procesele naturale și socioeconomice, organizarea spațiului geografic și interdependențele dintre sistemele locale și globale. Geografia contribuie la dezvoltarea gândirii spațiale și sistemice, oferind elevilor instrumente pentru înțelegerea complexității lumii contemporane și pentru analiza impactului activităților umane asupra mediului și societății.

Educația geografică modernă depășește modelul descriptiv tradițional bazat pe memorarea unor informații enciclopedice și se orientează spre investigarea problemelor reale, analiza relațiilor spațiale, interpretarea datelor geografice și identificarea unor soluții sustenabile. O geografie care contribuie la dezvoltarea durabilă este aceea care combină geografia umană și geografia fizică, analizând interacțiunea și interdependența dintre societatea umană și mediul natural la diferite scări spațiale, având astfel o abordare holistică specifică dezvoltării durabile. În acest sens, concepte geografice precum locul, spațiul, scara, interdependența, mobilitatea sau peisajul devin repere esențiale pentru înțelegerea provocărilor contemporane și pentru dezvoltarea competențelor de sustenabilitate.

Implementarea ODD în educația geografică presupune nu doar adaptarea conținuturilor curriculare, ci și reconsiderarea strategiilor pedagogice. Abordările centrate pe investigație, învățare bazată pe proiecte, rezolvarea de probleme, studii de caz, analiza spațială digitală și integrarea tehnologiilor geospațiale pot contribui la dezvoltarea competențelor necesare unui cetățean activ și responsabil. În același timp, integrarea EDD în geografie favorizează conexiunile interdisciplinare și dezvoltarea unor experiențe de învățare relevante, contextualizate și orientate spre acțiune.

Prezentul articol își propune să analizeze rolul educației geografice în implementarea Obiectivelor de Dezvoltare Durabilă și identificarea modalităților de integrare a principiilor Educației pentru Dezvoltare Durabilă (EDD) în curriculumul și practicile educaționale geografice din Republica Moldova.

Obiectivele cercetării:

- Analiza cadrului conceptual al dezvoltării durabile și al Educației pentru Dezvoltare Durabilă.
- Evidențierea relației dintre educația geografică și implementarea Obiectivelor de Dezvoltare Durabilă.
- Identificarea conceptelor geografice-cheie care contribuie la dezvoltarea competențelor pentru sustenabilitate.
- Analiza oportunităților oferite de reforma curriculară din Republica Moldova pentru integrarea principiilor dezvoltării durabile în educația geografică.
- Formularea unor direcții de valorificare a educației geografice în promovarea cetățeniei globale și a comportamentelor responsabile față de mediu.

Ipoteza cercetării. Se presupune că integrarea principiilor dezvoltării durabile în educația geografică, prin abordări sistemice, interdisciplinare și centrate pe competențe, contribuie semnificativ la formarea competențelor de sustenabilitate și la dezvoltarea cetățeniei responsabile.

Metodologia cercetării. Cercetarea are caracter teoretico-aplicativ și se bazează pe o abordare calitativă. Au fost utilizate metode de analiză și sinteză a literaturii științifice, analiza documentelor de politici educaționale și curriculare, precum și analiza comparativă a documentelor internaționale referitoare la Educația pentru Dezvoltare Durabilă și la educația geografică. Au fost examinate documente strategice internaționale (Agenda 2030, documentele UNESCO privind EDD, Carta Internațională a Educației Geografice) și documente curriculare naționale relevante pentru reforma educațională din Republica Moldova.

Metode de cercetare: analiza documentară; analiza conținutului; metoda comparativă; sinteza și generalizarea rezultatelor; interpretarea critică a surselor științifice și curriculare.

Rezultatele cercetării pot fi utilizate în procesul de proiectare curriculară, elaborarea manualelor școlare, formarea inițială și continuă a cadrelor didactice și dezvoltarea strategiilor educaționale orientate spre dezvoltare durabilă.

Rezultate și discuții. Educația geografică are o legătură explicită cu dezvoltarea durabilă și o legătură implicită cu cetățenia globală și pacea. Contribuția evidentă a geografiei la dezvoltarea durabilă a creat o relație strânsă între educația geografică și EDD (Educația pentru Dezvoltare Durabilă).

Dezvoltarea durabilă este dezvoltarea care satisface nevoile generației actuale fără a compromite șansele viitoarelor generații de a-și satisface propriile nevoi (*Raportul Brundtland, 1987*). Omul se află în centrul acțiunilor destinate dezvoltării. Dezvoltarea durabilă reprezintă rezultatul unei abordări integrate, în care trei piloni sunt reciproc dependenți: **dezvoltarea economică, incluziunea socială și protecția mediului**, prin care este promovată trecerea de la un model pur economic, bazat pe epuizarea resurselor, la o gândire care ia în calcul limitele planetei.

În 2015, comunitatea globală a adoptat Agenda 2030, care include 17 Obiective de Dezvoltare Durabilă (ODD), axate pe cele trei arii principale de dezvoltare durabilă: economie, societate și mediu. Cele 17 ODD-uri abordează cele mai stringente provocări ale umanității: de la eradicarea sărăciei (ODD 1) și a foametei (ODD 2), la educație de calitate (ODD 4), egalitate de gen (ODD 5), energie curată (ODD 7) și acțiune climatică (ODD 13). Niciun obiectiv nu poate fi atins independent. Progresul într-un domeniu le influențează pe celelalte. Printre principalele caracteristici ale ODD-urilor, pot fi prezentate următoarele:

- sunt universale și aplicabile în toate țările indiferent de nivelul de dezvoltare;
- cuprind trei dimensiuni ale dezvoltării durabile – economic, social și mediu;
- se fundamentează pe drepturile omului, fiind axate pe eliminarea inegalităților și nondiscriminare, astfel încât nimeni să nu fie lăsat în urmă;
- vizează dezvoltarea sistemelor de colectare a datelor, cu focusare pe date dezagregate.

Scopul celor 17 ODD este de a asigura o viață sustenabilă, pașnică, prosperă și echitabilă pe pământ pentru toată lumea, în prezent și în viitor. Obiectivele acoperă provocările globale care sunt cruciale pentru supraviețuirea umanității. Ele stabilesc limite de mediu și praguri critice pentru utilizarea resurselor naturale.

Există de mult timp un consens internațional potrivit căruia EDD ar trebui „integrată" în întregul curriculum, nu tratată ca o disciplină separată (UNESCO, 2006b, p. 17). Deja în 1992, Capitolul 36 din Agenda 21, care a consolidat discuțiile internaționale privind EDD, solicita integrarea EDD – conceptualizată ca o combinație între educația pentru dezvoltare și educația pentru mediu – în toate disciplinele. La baza acestor demersuri se află necesitatea unei abordări interdisciplinare și integrate a EDD, determinată de caracterul transversal și interconectat al provocărilor dezvoltării durabile. În aceste instrucțiuni, termenul „integrare" este utilizat pentru a desemna includerea EDD ca element integrat în curriculum și în alte componente ale educației formale, nu ca un element adăugat.

O geografie care contribuie la dezvoltarea durabilă este aceea care:

– combină geografia umană și geografia fizică prin analiza interacțiunii și interdependenței dintre societăți și mediile lor naturale la diferite scări spațiale, având astfel o abordare holistică inerentă dezvoltării durabile;
– combină descrierea locurilor, analiza modelelor în spațiu și studiul proceselor spațiale generate de actori. Face acest lucru într-un mod care permite „citirea" lumii pentru a obține o mai bună înțelegere a problemelor sustenabilității și pentru a „scrie" lumea prin propunerea unor modalități alternative de organizare a spațiului pentru dezvoltarea durabilă;
– se referă la elemente de bază comune tuturor ramurilor geografiei, care subliniază contribuțiile specifice pe care disciplina le poate aduce dezvoltării durabile (de exemplu, analiza la diferite scări spațiale).

Articularea faptelor geografice în jurul conceptelor-cheie ale geografiei, precum locul, spațiul, scara sau mediul, ne ajută să privim problemele dezvoltării durabile prin „ochii geografiei" și contribuie la abordarea holistică inerentă dezvoltării durabile și cetățeniei globale.

De exemplu, unitățile de conținut din curriculum care vizează *Procesele și fenomenele geografice de risc* arată modul în care un autor de manual poate contribui la EDD prin conținut. Un element-cheie în abordarea temei este înțelegerea fenomenului natural sau a riscului geografic. Deși cauzele alunecărilor de teren au o dimensiune naturală (geologie, pantă, precipitații abundente sau tip de vegetație), riscurile asociate pot fi amplificate de activități umane precum defrișările sau săparea unui drum, care destabilizează echilibrul fragil al unei pante. Activitățile umane pot, de asemenea, reduce efectul de protecție al ecosistemelor în fața anumitor riscuri. Manualele de geografie dezvoltă moduri de a gândi ca un geograf, atunci când permit elevilor să înțeleagă de ce obiectivele geografice, procesele și fenomenele geografice sunt localizate acolo unde sunt.

Concluzii. Educația geografică are potențialul de a contribui esențial la dezvoltarea durabilă, în funcție de tipul de geografie și de pedagogia aplicată. Implementarea Obiectivelor de Dezvoltare Durabilă în educația geografică reprezintă o necesitate majoră a educației contemporane și o direcție strategică pentru modernizarea curriculumului școlar. Prin specificul său interdisciplinar și prin capacitatea de a analiza relațiile dintre societate, mediu și spațiu, geografia oferă un cadru relevant pentru formarea competențelor necesare unui cetățean responsabil și activ într-o lume marcată de schimbări accelerate și provocări globale complexe. Integrarea principiilor dezvoltării durabile în educația geografică contribuie la dezvoltarea gândirii sistemice și spațiale, la înțelegerea interdependențelor dintre procesele naturale și socioeconomice și la formarea unei atitudini responsabile față de mediu și societate. Conceptele geografice fundamentale – locul, spațiul, scara, mediul și interdependența – facilitează analiza problemelor globale prin raportare la contexte locale și permit identificarea unor soluții sustenabile adaptate realităților teritoriale.

Totodată, implementarea EDD în geografie presupune o abordare integrată și interdisciplinară, în concordanță cu orientările UNESCO și Agenda 2030. Dezvoltarea durabilă nu trebuie tratată ca un conținut suplimentar, ci ca un principiu transversal care structurează conținuturile, strategiile didactice și evaluarea. În acest sens, geografia poate deveni una dintre disciplinele-cheie în formarea competențelor de cetățenie globală, responsabilitate ecologică și justiție socială.

Recomandări

– Integrarea sistematică a Obiectivelor de Dezvoltare Durabilă în curriculumul la geografie, prin corelarea unităților de conținut și a rezultatelor învățării cu provocările contemporane privind schimbările climatice, gestionarea resurselor, biodiversitatea și dezvoltarea comunităților durabile.

– Valorificarea conceptelor geografice fundamentale (spațiu, loc, scară, mediu, interdependență, mobilitate) ca instrumente de analiză a problemelor de dezvoltare durabilă la nivel local, regional și global.
– Promovarea abordărilor interdisciplinare și transdisciplinare, prin realizarea unor proiecte educaționale comune între geografie și alte discipline școlare (biologie, chimie, fizică, matematică, educație digitală, educație civică), în vederea dezvoltării competențelor pentru sustenabilitate.
– Extinderea utilizării strategiilor didactice active, precum învățarea bazată pe proiecte, studiile de caz, investigațiile geografice, analiza datelor geospațiale și rezolvarea problemelor autentice din comunitate.
– Integrarea tehnologiilor digitale și geospațiale (GIS, hărți digitale, imagini satelitare, aplicații de cartografiere și modelare) pentru dezvoltarea gândirii spațiale și a competențelor de analiză a fenomenelor geografice.
– Elaborarea manualelor și resurselor educaționale în perspectiva Educației pentru Dezvoltare Durabilă, prin includerea unor contexte reale, situații-problemă și exemple relevante pentru Republica Moldova și pentru provocările globale contemporane.
– Consolidarea formării inițiale și continue a cadrelor didactice, astfel încât profesorii de geografie să dețină competențe specifice de integrare a EDD, de utilizare a tehnologiilor geospațiale și de aplicare a metodologiilor centrate pe competențe.
– Corelarea educației geografice cu cadrul european GreenComp și cu Agenda 2030, pentru a asigura dezvoltarea competențelor de gândire sistemică, responsabilitate ecologică, anticipare și participare activă la viața comunității.
– Încurajarea cercetărilor viitoare privind impactul implementării EDD în educația geografică, inclusiv prin studii experimentale și investigații privind dezvoltarea competențelor pentru sustenabilitate la elevi.

În concluzie, educația geografică are potențialul de a contribui esențial la realizarea Obiectivelor de Dezvoltare Durabilă, însă valorificarea acestui potențial depinde de modul în care sunt proiectate curriculumul, manualele școlare și practicile pedagogice. O geografie orientată spre sustenabilitate trebuie să promoveze înțelegerea relațiilor complexe dintre om și mediu, analiza critică a problemelor contemporane și implicarea elevilor în identificarea unor soluții pentru construirea unui viitor sustenabil.

BIBLIOGRAFIE

1. BRUNDTLAND, G. H. Our Common Future. Oxford: Oxford University Press, 1987. ISBN: 978-0192820808.
2. IGU-CGE. International Charter on Geographical Education. International Geographical Union – Commission on Geographical Education, 2016.

3. UNESCO. Education for Sustainable Development Toolkit. Paris: UNESCO Publishing, 2006.
4. UNESCO. Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives. Paris: UNESCO Publishing, 2017. ISBN: 978-92-3-100209-0.
5. United Nations. Agenda 21. Rio de Janeiro: United Nations Conference on Environment and Development, 1992.
6. United Nations. Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. New York: United Nations, 2015.
7. REMPFLER, A.; UPHUES, R.; System Competence in Geography Education and Education for Sustainable Development. Münster, 2012.
8. SMITH, D. Geography and Education for Sustainable Development. În: International Research in Geographical and Environmental Education, 2013, vol. 22(4), p. 257–260. ISSN: 1038-2046.
9. STERLING, S. Higher Education, Sustainability, and the Role of Systemic Learning. În: Corcoran, P. B., Wals, A. E. J. (eds.). Higher Education and the Challenge of Sustainability. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2004. ISBN: 978-1402020285.
10. Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova. Cadrul de Referință al Curriculumului Național. Chișinău, 2025.

PARTICULARITĂȚI ALE EDUCAȚIEI DIGITALE APLICATE LA LECȚIILE DE GEOGRAFIE

SPECIFIC FEATURES OF DIGITAL EDUCATION IN GEOGRAPHY TEACHING

Silvia SUVAC, lector univ., dr.,
UPS „Ion Creangă" din Chișinău
Doina PIDGHIRNÎI, profesoară de geografie

Silvia SUVAC, PhD, University Lecturer,
"Ion Creanga" SPU of Chisinau
ORCID: 0009-0005-4137-9998
e-mail: godonoaga.silvia@upsc.md
Doina PIDGHIRNÎI, teacher,
e-mail: doinaiorgu2@gmail.com

CZU: 37.02:91+004
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p287-294

Abstract. Digital education fundamentally transforms the way Geography is taught, learned, and assessed, as a discipline characterized by a strong spatial and systemic dimension. This paper examines the particularities of integrating digital technologies into geography lessons in the context of curricular reform and the orientation toward the development of European key competencies. The analysis highlights the role of Geographic Information Systems (GIS), global databases, digital modeling, and virtual reality in developing spatial analysis skills, critical interpretation, and informed decision-making. Methodologically, the research draws on the analysis of curricular documents, the European competency framework, and examples of good teaching practices. It is demonstrated that digital education in Geography facilitates the transition from descriptive teaching to inquiry-based learning, from information accumulation to the critical use of data, and from traditional assessment to authentic evaluation through digital products. The conclusions emphasize that the digital specificity of Geography lies in its capacity to integrate real data, spatial models, and global contexts, thus contributing significantly to the formation of a generation capable of understanding and managing the complexity of the contemporary world.

Keywords: digital education, geography didactics, spatial analysis, transversal competencies, curricular innovation.

Introducere

Transformările accelerate generate de digitalizare determină o reconsiderare profundă a finalităților și a metodologiilor educaționale la nivel global. În contextul societății bazate pe cunoaștere și pe utilizarea intensivă a datelor, școala este chemată să depășească modelul transmisiv tradițional și să dezvolte competențe orientate spre analiză critică, interpretare, colaborare și luare de decizii informate. În acest cadru, educația digitală devine o dimensiune structurală a procesului instructiv-educativ, nu doar un instrument auxiliar. La nivel european, Comisia Europeană a elaborat

cadrul competențial DigCompEdu, care redefinește rolul profesorului în context digital, punând accent pe integrarea pedagogică a tehnologiei și pe formarea competențelor digitale ale elevilor. Complementar, cadrul GreenComp promovează dezvoltarea competențelor pentru sustenabilitate, iar Agenda 2030 a Organizației Națiunilor Unite subliniază necesitatea educației pentru dezvoltare durabilă. Aceste orientări strategice influențează direct configurarea curriculară națională și accentul pus pe competențe transversale.

În Republica Moldova, implementarea Cadrului de Referință al Curriculumului Național 2025 marchează trecerea de la o abordare centrată pe conținuturi la una centrată pe competențe, în care integrarea tehnologiilor digitale este asociată dezvoltării gândirii critice, a responsabilității civice și a culturii informaționale. În acest context, disciplina Geografie deține un potențial distinct, datorită caracterului său integrator, interdisciplinar și profund ancorat în realitatea spațială. Geografia, ca știință a relațiilor dintre mediul natural și societate, operează cu concepte, procese și modele care pot fi reprezentate, analizate și simulate digital. Dimensiunea spațială a cunoașterii geografice favorizează utilizarea sistemelor informaționale geografice (GIS), a imaginilor satelitare, a bazelor de date statistice și a aplicațiilor interactive. Instrumente precum ArcGIS, QGIS sau Google Earth facilitează trecerea de la descrierea fenomenelor la analiza relațiilor spațiale și la modelarea proceselor teritoriale.

Particularitatea educației digitale aplicate la lecțiile de geografie constă în faptul că tehnologia nu este un element exterior disciplinei, ci un mediu natural de investigare. Spațiul geografic devine interactiv, datele devin instrument de învățare, iar elevul își asumă rolul de analist și interpret al realității teritoriale. Astfel, procesul didactic se transformă dintr-un act de transmitere a informației într-un demers investigativ, bazat pe rezolvarea de probleme și pe utilizarea critică a surselor digitale. Totodată, integrarea educației digitale în Geografie presupune depășirea utilizării superficiale a tehnologiei și fundamentarea metodologică a demersului didactic. Digitalizarea autentică implică reconfigurarea strategiilor de predare, învățare și evaluare, dezvoltarea competențelor transversale și valorificarea datelor reale în contexte aplicative. În acest sens, analiza particularităților educației digitale în Geografie devine relevantă atât din perspectivă curriculară, cât și din perspectivă epistemologică.

Prezentul articol își propune să identifice și să analizeze particularitățile educației digitale aplicate la lecțiile de geografie, evidențiind specificul dimensional spațial, integrarea analizei datelor, modelarea proceselor geografice și dezvoltarea competențelor pentru sustenabilitate și cetățenie activă.

Materiale și metode

În realizarea studiului a fost utilizată o abordare metodologică complexă, fundamentată pe analiza calitativă a documentelor de referință, pe corelarea curriculară și pe valorificarea exemplelor de bună practică didactică. Demersul metodologic a vizat identificarea modului în care educația digitală poate fi integrată eficient în predarea Geografiei, în concordanță cu cerințele actuale ale reformei educaționale și ale societății digitale.

Un prim nivel al cercetării l-a constituit analiza documentară, prin care au fost examinate documente strategice europene și materiale relevante pentru domeniul educației digitale. Au fost analizate în special cadrul european DigCompEdu, politicile educaționale privind digitalizarea învățământului, precum și materiale de formare axate pe dezvoltarea competențelor digitale și utilizarea inteligenței artificiale în educație. De asemenea, au fost valorificate sugestii metodologice privind integrarea tehnologiilor digitale în curriculum. Această analiză a permis evidențierea principalelor direcții de evoluție a educației digitale și a rolului acesteia în formarea competențelor-cheie și transversale ale elevilor. În continuare, cercetarea a inclus o analiză curriculară și competențială, axată pe corelarea dintre competențele specifice disciplinei Geografie, competențele digitale definite de cadrul DigCompEdu și nivelurile cognitive din Taxonomia digitală a lui Bloom. Această etapă a permis identificarea unor corespondențe funcționale între obiectivele curriculare și utilizarea tehnologiilor digitale în procesul didactic. Rezultatele analizei au evidențiat faptul că integrarea digitală poate fi realizată sistematic în toate etapele procesului educațional: de la proiectare și organizare, până la implementare și evaluare, contribuind la dezvoltarea gândirii critice, analitice și creative. Pentru validarea aplicativă a cercetării, a fost utilizată metoda studiului de caz didactic, prin analiza unor exemple concrete de integrare a tehnologiilor digitale în activitatea educațională. Aceste exemple, provenite din practici didactice reale, ilustrează utilizarea platformelor interactive și a aplicațiilor digitale pentru stimularea învățării active, precum și implicarea elevilor în crearea de resurse educaționale (de exemplu, jocuri educaționale online). De asemenea, au fost analizate situații în care resursele vizuale și tehnologiile 3D sunt utilizate pentru explicarea fenomenelor complexe, precum și modalități de integrare a inteligenței artificiale în procesul de învățare și evaluare. Analiza acestor studii de caz evidențiază diversitatea strategiilor digitale aplicabile în diferite contexte educaționale și relevanța lor pentru dezvoltarea competențelor transversale și a autonomiei în învățare.

Un alt demers metodologic important l-a constituit analiza funcțională a instrumentelor digitale utilizate în predarea Geografiei. Au fost examinate diverse categorii de instrumente, inclusiv aplicații GIS și hărți digitale, platforme educaționale interactive, instrumente de evaluare digitală și aplicații bazate pe inteligență artificială. Analiza a urmărit modul în care aceste instrumente contribuie la dezvoltarea gândirii spațiale, la implicarea activă a elevilor în procesul de învățare, la personalizarea parcursului educațional și la evaluarea autentică a competențelor. Prin combinarea acestor metode, cercetarea oferă o perspectivă integrată asupra educației digitale în Geografie, evidențiind atât dimensiunea teoretică, cât și cea aplicativă a procesului de integrare a tehnologiilor digitale în activitatea didactică.

Rezultate și discuții

Analiza realizată evidențiază faptul că integrarea educației digitale în lecțiile de Geografie generează transformări semnificative la nivelul procesului didactic, confirmând trecerea de la un model tradițional, centrat pe transmiterea informației, la un model competențial, interactiv și investigativ. Rezultatele obținute demonstrează

că tehnologiile digitale nu reprezintă doar un suport al predării, ci devin un mediu autentic de învățare, care reconfigurează relațiile dintre profesor, elev și conținutul educațional [5]. Un prim rezultat relevant îl constituie redefinirea rolurilor în procesul educațional. Profesorul devine facilitator al învățării, organizând contexte de explorare și analiză, în timp ce elevul își asumă un rol activ în construirea cunoașterii. Această transformare este susținută de utilizarea platformelor educaționale precum Google Classroom și Microsoft Teams, care facilitează organizarea activităților didactice, comunicarea și colaborarea în mediul digital. În același timp, aplicații interactive precum Padlet sau Nearpod contribuie la implicarea activă a elevilor în procesul de învățare.

Un alt rezultat important evidențiat de cercetare se referă la dezvoltarea gândirii spațiale și a competențelor analitice. Utilizarea instrumentelor geospațiale precum Google Earth, ArcGIS sau QGIS permite elevilor să analizeze distribuția fenomenelor geografice și să interpreteze procese teritoriale complexe. Aceste instrumente facilitează trecerea de la reprezentarea statică a spațiului la o analiză dinamică și interactivă, contribuind la formarea gândirii geografice aplicative [2]. Rezultatele analizei curriculare evidențiază faptul că integrarea tehnologiilor digitale permite atingerea nivelurilor cognitive superioare, conform Taxonomiei digitale a lui Bloom. Platforme precum Canva, Genially sau Prezi sunt utilizate pentru realizarea de produse digitale, stimulând creativitatea și capacitatea de sinteză a elevilor. În același timp, aplicații precum Jamboard sau MindMeister sprijină procesele de analiză și organizare a informației.

Studiile de caz analizate evidențiază diversificarea strategiilor didactice și creșterea nivelului de implicare a elevilor prin utilizarea platformelor interactive. Instrumente precum Wordwall, Quizizz sau Kahoot! facilitează învățarea prin gamificare, contribuind la consolidarea cunoștințelor într-un mod atractiv. Totodată, platforme precum MozaWeb permit vizualizarea fenomenelor complexe prin modele tridimensionale, sporind înțelegerea conceptelor abstracte. Un alt aspect semnificativ evidențiat de cercetare este transformarea procesului de evaluare. Instrumente digitale precum Google Forms, Socrative sau Edpuzzle permit realizarea evaluării formative și sumative într-un mod interactiv și eficient. De asemenea, utilizarea portofoliilor digitale prin platforme precum Seesaw sau Wakelet contribuie la evaluarea autentică a competențelor și la dezvoltarea reflecției asupra învățării.

Rezultatele cercetării indică și emergența utilizării inteligenței artificiale în educația geografică. Instrumente precum ChatGPT sau MagicSchool AI sunt utilizate pentru generarea de conținut, explicarea conceptelor și sprijinirea învățării diferențiate. Cu toate acestea, utilizarea acestor tehnologii necesită dezvoltarea gândirii critice și a competențelor de evaluare a informației, pentru a evita utilizarea superficială a acestora [4]. În pofida avantajelor evidente, analiza relevă și o serie de provocări asociate integrării educației digitale, precum nivelul inegal de competență digitală al cadrelor didactice, accesul diferențiat la resurse tehnologice și necesitatea formării profesionale continue. De asemenea, utilizarea tehnologiei trebuie realizată într-un mod echilibrat și fundamentat pedagogic, pentru a evita supraîncărcarea cognitivă

sau utilizarea neadecvată a instrumentelor digitale [3]. Astfel, rezultatele cercetării demonstrează că integrarea platformelor educaționale digitale în predarea Geografiei contribuie la transformarea profundă a procesului didactic, susținând dezvoltarea competențelor specifice secolului XXI și formarea unei gândiri geografice critice, analitice și orientate spre rezolvarea problemelor reale.

Tabelul 1. Corelarea competențelor specifice din curriculumul de Geografie (2019) cu instrumente digitale și activități didactice

Competență specifică (Curriculum Geografie 2019)	Instrument digital	Tip de activitate	Exemplu aplicativ în Geografie	Nivel Bloom digital
Utilizarea corectă a limbajului geografic în contexte variate	Padlet	Discuție / reflecție	Definirea și explicarea termenilor geografici (ex. urbanizare, migrație)	Înțelegere
Localizarea și orientarea în spațiul geografic	Google Earth / QGIS	Explorare digitală	Identificarea și localizarea elementelor geografice pe hartă	Aplicare
Analiza relațiilor dintre componentele mediului geografic	ArcGIS / Google Earth	Analiză spațială	Corelarea factorilor naturali și umani în diferite regiuni	Analiză
Interpretarea fenomenelor și proceselor geografice	MozaWeb	Simulare / vizualizare	Explicarea formării reliefului sau a fenomenelor climatice	Înțelegere / Analiză
Utilizarea datelor statistice și grafice în analiza geografică	Google Forms / Canva	Colectare și reprezentare date	Realizarea unui chestionar și a unor grafice privind populația	Analiză

Sursa: realizat de autor

Tabelul 1 evidențiază corelarea funcțională dintre competențele specifice ale disciplinei Geografie și utilizarea instrumentelor digitale în procesul didactic, demonstrând că integrarea tehnologiei poate contribui direct la operaționalizarea curriculumului într-o manieră aplicativă și centrată pe competențe. Se observă faptul că fiecare competență specifică poate fi susținută prin activități didactice adecvate, mediate de instrumente digitale care facilitează atât învățarea activă, cât și dezvoltarea competențelor transversale. Astfel, competențele de bază, precum utilizarea limbajului geografic sau localizarea în spațiu, sunt susținute prin activități interactive și exploratorii, care facilitează înțelegerea și aplicarea cunoștințelor. În același timp, competențele de nivel superior, precum analiza relațiilor dintre componentele mediului sau interpretarea fenomenelor geografice, sunt dezvoltate prin utilizarea instrumentelor geospațiale și a aplicațiilor de simulare, care permit investigarea și modelarea realității teritoriale. De asemenea, tabelul evidențiază faptul că utilizarea instrumentelor digitale contribuie la atingerea nivelurilor cognitive superioare din Taxonomia lui Bloom, în special în ceea ce privește analiza și interpretarea datelor. Activitățile de colectare și reprezentare a informațiilor, realizate prin intermediul platformelor digitale, favori-

zează dezvoltarea gândirii critice și a capacității de argumentare. În ansamblu, corelațiile prezentate confirmă faptul că educația digitală nu reprezintă doar o adaptare tehnologică a procesului didactic, ci o modalitate de reconfigurare a învățării geografice, orientată spre dezvoltarea competențelor necesare în societatea contemporană.

Pentru a ilustra aplicabilitatea corelațiilor prezentate în Tabelul 1, pot fi valorificate o serie de studii de caz tematice, care demonstrează modul în care instrumentele digitale contribuie la dezvoltarea competențelor geografice în contexte reale de învățare. Un prim studiu de caz relevant vizează utilizarea aplicației Google Earth în cadrul temelor de localizare și orientare în spațiul geografic. Elevii sunt implicați în activități de explorare virtuală a unor regiuni geografice, identificând elemente precum forme de relief, rețele hidrografice sau așezări umane. Prin această abordare, învățarea devine interactivă și contextualizată, facilitând dezvoltarea competențelor de aplicare și analiză spațială. Un alt exemplu îl constituie utilizarea aplicațiilor GIS în analiza relațiilor dintre componentele mediului geografic. Elevii pot realiza hărți tematice care evidențiază corelații între factori naturali și activități umane, de exemplu distribuția populației în raport cu resursele naturale. Acest tip de activitate dezvoltă gândirea sistemică și capacitatea de interpretare a datelor geografice. În contextul interpretării fenomenelor geografice, platformele educaționale care oferă modele tridimensionale, precum MozaWeb, permit simularea unor procese complexe, cum ar fi formarea reliefului sau dinamica fenomenelor climatice. Aceste resurse facilitează înțelegerea conceptelor abstracte și contribuie la dezvoltarea competențelor de analiză și sinteză. Un alt studiu de caz vizează utilizarea instrumentelor digitale pentru colectarea și analiza datelor statistice. Prin intermediul aplicațiilor precum Google Forms, elevii pot realiza chestionare privind diverse aspecte geografice (de exemplu mobilitatea populației sau percepția asupra problemelor de mediu), iar ulterior pot interpreta datele obținute, dezvoltând competențe de analiză și argumentare. Totodată, integrarea instrumentelor de creare digitală, precum Canva, permite realizarea de produse educaționale (hărți tematice, infografice, prezentări), contribuind la dezvoltarea creativității și a competențelor de comunicare vizuală. Aceste studii de caz evidențiază faptul că utilizarea tehnologiilor digitale în Geografie nu se limitează la modernizarea mijloacelor didactice, ci conduce la transformarea profundă a modului de învățare, orientând procesul educațional spre explorare, analiză și rezolvare de probleme.

Un exemplu relevant de integrare a educației digitale în lecțiile de Geografie îl constituie abordarea tematicii mobilității populației în Republica Moldova, prin utilizarea instrumentelor digitale de colectare și analiză a datelor. Activitatea didactică este organizată sub forma unui studiu de caz aplicativ, în care elevii sunt implicați în investigarea propriilor comportamente de mobilitate (zilnică și ocazională). În prima etapă, elevii elaborează și aplică un chestionar digital, utilizând platforme precum Google Forms, pentru a colecta date privind frecvența deplasărilor, mijloacele de transport utilizate și accesul la servicii. Această etapă contribuie la dezvoltarea competențelor de colectare și organizare a datelor. În etapa următoare, datele obținute sunt prelucrate și reprezentate grafic, utilizând aplicații digitale (de exemplu, foi de calcul

sau platforme de vizualizare). Elevii analizează distribuția răspunsurilor și identifică tipare teritoriale și comportamentale, corelând rezultatele cu factori socio-economici și geografici specifici Republicii Moldova, precum nivelul de urbanizare sau accesibilitatea infrastructurii. Ulterior, elevii sunt implicați în interpretarea critică a rezultatelor, formulând concluzii privind mobilitatea populației și identificând eventuale disfuncționalități sau vulnerabilități. Activitatea poate fi extinsă prin integrarea unor hărți digitale, în care elevii localizează traseele principale sau zonele cu acces redus la servicii, dezvoltând astfel competențe de analiză spațială. Rezultatele sunt valorificate prin realizarea unor produse digitale, precum prezentări, infografice sau rapoarte, utilizând platforme precum Canva sau Genially. În această etapă, elevii își dezvoltă competențele de comunicare vizuală și de sinteză a informației. Acest studiu de caz evidențiază modul în care integrarea tehnologiilor digitale permite transformarea unei teme teoretice într-un demers investigativ, bazat pe date reale și pe experiența directă a elevilor. În același timp, activitatea contribuie la dezvoltarea competențelor specifice disciplinei Geografie, precum analiza fenomenelor socio-teritoriale și utilizarea datelor în argumentare, dar și a competențelor digitale și civice.

Concluzii și recomandări

Analiza realizată evidențiază faptul că educația digitală aplicată la lecțiile de Geografie reprezintă un factor esențial în modernizarea procesului didactic și în formarea competențelor necesare secolului XXI. Integrarea tehnologiilor digitale nu se limitează la utilizarea unor instrumente inovative, ci implică o transformare profundă a paradigmei educaționale, orientată spre învățare activă, investigativă și centrată pe elev.

Rezultatele cercetării demonstrează că utilizarea platformelor educaționale și a aplicațiilor digitale contribuie semnificativ la dezvoltarea gândirii spațiale, a capacității de analiză și interpretare a datelor, precum și la formarea competențelor digitale și transversale. Instrumentele geospațiale, aplicațiile interactive și resursele vizuale permit o mai bună înțelegere a fenomenelor geografice și facilitează trecerea de la învățarea descriptivă la cea aplicativă și contextualizată. De asemenea, corelarea competențelor specifice disciplinei Geografie cu cadrul DigCompEdu și cu Taxonomia digitală a lui Bloom evidențiază că educația digitală poate susține atingerea nivelurilor cognitive superioare, în special în ceea ce privește analiza, evaluarea și crearea de conținut. Studiile de caz analizate confirmă potențialul tehnologiilor digitale de a transforma conținuturile teoretice în experiențe de învățare relevante și ancorate în realitatea cotidiană a elevilor.

În același timp, cercetarea subliniază că integrarea educației digitale presupune depășirea unei abordări tehniciste și orientarea spre o utilizare pedagogică fundamentată a tehnologiei. Rolul profesorului devine esențial în selectarea, adaptarea și valorificarea instrumentelor digitale în funcție de obiectivele educaționale și de particularitățile elevilor. Cu toate beneficiile identificate, implementarea educației digitale în Geografie este condiționată de o serie de factori, precum nivelul de competență

digitală al cadrelor didactice, accesul la infrastructură tehnologică și disponibilitatea resurselor educaționale adecvate. Aceste aspecte evidențiază necesitatea unei abordări sistemice și coerente a procesului de digitalizare a educației.

În baza rezultatelor obținute, pot fi formulate următoarele recomandări:

- **Integrarea sistematică a educației digitale în curriculumul de Geografie**, prin corelarea explicită a competențelor specifice cu competențele digitale și cu activități didactice aplicative;
- **Dezvoltarea profesională continuă a cadrelor didactice**, axată pe utilizarea pedagogică a tehnologiilor digitale, în concordanță cu cadrul DigCompEdu;
- **Valorificarea instrumentelor geospațiale (GIS) și a datelor reale** în procesul didactic, pentru dezvoltarea gândirii spațiale și a competențelor analitice;
- **Promovarea metodelor active și interactive**, precum învățarea prin proiect, studiul de caz și gamificarea, susținute de platforme digitale;
- **Diversificarea strategiilor de evaluare**, prin utilizarea evaluării digitale și a produselor autentice (portofolii, proiecte, prezentări);
- **Integrarea responsabilă a inteligenței artificiale în educație**, în paralel cu dezvoltarea gândirii critice și a competențelor de evaluare a informației;
- **Asigurarea accesului echitabil la resurse digitale**, pentru a reduce disparitățile și a sprijini incluziunea educațională.

În concluzie, educația digitală în Geografie reprezintă o direcție strategică de dezvoltare a sistemului educațional, contribuind la formarea unor cetățeni capabili să înțeleagă, să analizeze și să gestioneze complexitatea spațiului geografic și a provocărilor contemporane.

BIBLIOGRAFIE

1. ANDERSON, L. W., & KRATHWOHL, D. R. *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York: Longman, 2001
2. JO, I., & BEDNARZ, S. W. Evaluating geography textbook questions from a spatial thinking perspective. *Journal of Geography*, 2009, *108*(1), 4–13. https://doi.org/10.1080/00221340902758401
3. OECD. *Students, computers and learning: Making the connection*. Paris: OECD Publishing, 2015. https://doi.org/10.1787/9789264239555-en
4. OECD. *Artificial Intelligence, digitalisation and the future of education*. Paris: OECD Publishing, 2021.
5. REDECKER, C. *European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2017. https://doi.org/10.2760/159770
6. Fundația EOS România & Coaliția pentru Educație Digitală (2020). *Cadrul european pentru competența digitală a profesorilor – DigCompEdu (versiunea în limba română)*.

INTEGRAREA NOILOR EDUCAȚII ÎN FORMAREA COMPETENȚELOR SPECIFICE DISCIPLINEI GEOGRAFIE ÎN CONTEXTUL REFORMEI CURRICULARE

INTEGRATING NEW EDUCATIONS INTO THE DEVELOPMENT OF SUBJECT-SPECIFIC COMPETENCIES IN GEOGRAPHY IN THE CONTEXT OF CURRICULAR REFORM

Silvia SUVAC, lector univ., dr.,
UPS „Ion Creangă" din Chișinău
Natalia JENERENCO, profesoară, grad didactic superior

Silvia SUVAC, PhD, University Lecturer,
"Ion Creanga" SPU of Chisinau
ORCID: 0009-0005-4137-9998
e-mail: godonoaga.silvia@upsc.md
Natalia JENERENCO, teacher, higher teaching degree
e-mail: natalitajenerenco@gmail.com

CZU: 37.091.214:91
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p295-300

Abstract. This paper analyzes the integration of "new educations" into the process of developing subject-specific competencies in Geography, within the context of curricular reform in the Republic of Moldova. In the context of global transformations marked by climate change, accelerated digitalization, the green transition, and complex socio-economic challenges, Geography as a discipline is redefining its role, shifting from a predominantly descriptive approach to a competency-based, integrative, and value-oriented one. The study highlights the ways in which education for sustainable development, environmental education, digital education, global citizenship education, and other transversal dimensions are operationalized within subject-specific competencies and curricular content. The analysis is conducted with reference to updated curriculum documents and relevant European frameworks (Agenda 2030, GreenComp, DigComp). The results indicate that the systematic integration of new educations contributes to the development of spatial thinking, critical thinking, civic responsibility, and students' capacity to identify sustainable solutions to real-world problems affecting communities and territories. Thus, Geography emerges as a strategic pillar in supporting the green and digital transition of education.

Keywords: education for sustainable development, digital education, subject-specific competencies, geography didactics, spatial thinking, curricular reform, transversal competencies, global citizenship.

Introducere

Transformările accelerate ale societății contemporane, determinate de schimbările climatice, digitalizare, globalizare și reconfigurări socio-economice complexe, impun sistemelor educaționale o regândire profundă a finalităților și a structurii

curriculumului. Educația nu mai poate fi centrată exclusiv pe transmiterea de informații, ci trebuie să vizeze formarea unor competențe integrate, care să permită elevilor să înțeleagă realitatea în mod critic, să ia decizii responsabile și să participe activ la dezvoltarea durabilă a comunității. În acest context, reforma curriculară din Republica Moldova, fundamentată pe prevederile Codului educației (2014) și consolidată prin Cadrul de Referință al Curriculumului Național – 2025 (CRCN 2025), promovează o abordare competențială și integrativă a procesului educațional. CRCN 2025 accentuează necesitatea integrării dimensiunilor transversale ale educației, cunoscute sub denumirea de „noile educații", în toate disciplinele școlare, în vederea formării unui profil de absolvent adaptat exigențelor societății sustenabile și digitale.

Noile educații: educația pentru dezvoltare durabilă, educația ecologică, educația pentru cetățenie democratică și globală, educația digitală, educația media și educația antreprenorială, reprezintă direcții strategice care reflectă angajamentele internaționale asumate de Republica Moldova, inclusiv cele derivate din Agenda 2030 pentru Dezvoltare Durabilă (ONU, 2015) și din cadrele europene privind competențele pentru sustenabilitate și digitalizare (GreenComp, 2022; DigComp, 2018). În acest cadru normativ și conceptual, disciplina Geografie ocupă un loc privilegiat, datorită caracterului său integrator, care corelează dimensiunile naturale, sociale, economice și culturale ale spațiului. Prin natura sa, Geografia facilitează analiza relației om–mediu–teritoriu, investigarea problemelor globale și locale și dezvoltarea gândirii spațiale, critice și sistemice. Astfel, disciplina devine un vector esențial în operaționalizarea noilor educații și în formarea competențelor specifice, în concordanță cu finalitățile reformei curriculare.

Prezenta lucrare își propune să analizeze modul în care noile educații sunt integrate în formarea competențelor specifice disciplinei Geografie, evidențiind coerența, relevanța și alinierea acestora la prevederile CRCN 2025 și la reperele europene actuale. Demersul urmărește să evidențieze rolul strategic al disciplinei Geografie în susținerea tranziției verzi și digitale a educației și în formarea unui absolvent responsabil, capabil să înțeleagă și să gestioneze complexitatea spațiului contemporan.

Materiale și metode

Cadrul de Referință al Curriculumului Național – 2025 consolidează orientarea sistemului educațional din Republica Moldova spre formarea competențelor, definite ca ansambluri integrate de cunoștințe, abilități, atitudini și valori mobilizate în contexte variate de viață [2]. Această definiție este în concordanță cu prevederile Codului educației al Republicii Moldova [1], care stabilește competența drept finalitate majoră a procesului educațional. CRCN 2025 structurează sistemul competențelor pe mai multe niveluri: competențe-cheie, competențe transversale, competențe specifice disciplinei și unități de competență, toate integrate în profilul de formare al absolventului [2]. Documentul subliniază faptul că dezvoltarea competențelor nu poate fi realizată în mod fragmentar, ci printr-o abordare sistemică, coerentă și progresivă. În această paradigmă, curriculumul este conceput ca un instrument strategic de for-

mare a unei personalități autonome, responsabile, capabile să participe activ la viața democratică și să contribuie la dezvoltarea durabilă a societății [2].

Conceptul de „noile educații" derivă din necesitatea adaptării educației la provocările secolului XXI și este susținut atât la nivel național, cât și internațional. În CRCN 2025, noile educații sunt prezentate ca domenii transversale (figura1) care completează și îmbogățesc curriculumul tradițional, contribuind la dezvoltarea competențelor-cheie și a competențelor specifice disciplinare. Aceste orientări sunt în concordanță cu Agenda 2030 pentru Dezvoltare Durabilă, care, prin Obiectivul 4 - Educație de calitate [3, pag.20], promovează asigurarea unei educații de calitate, incluzive și echitabile, precum și formarea competențelor necesare pentru dezvoltarea durabilă. La nivel european, integrarea educației pentru sustenabilitate este susținută prin cadrul GreenComp – The European Sustainability Competence Framework [5], care evidențiază patru domenii esențiale: valorificarea sustenabilității, acceptarea complexității, imaginarea viitorului sustenabil și acțiunea responsabilă. În mod similar, DigComp – The Digital Competence Framework for Citizens structurează competențele digitale în domenii precum alfabetizarea informațională, comunicarea digitală, crearea de conținut digital și siguranța online. Astfel, noile educații nu reprezintă simple extensii tematice, ci cadre conceptuale care fundamentează dezvoltarea unor competențe transformatoare, capabile să răspundă provocărilor globale.

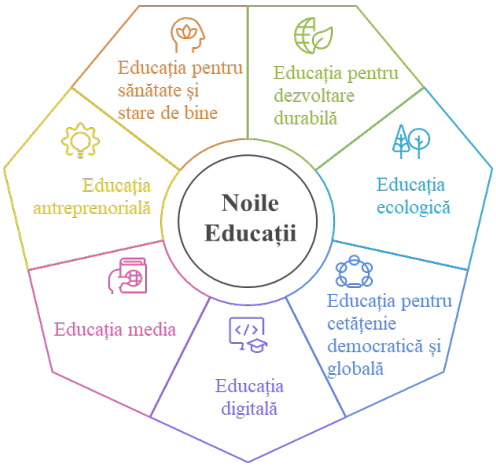


Figura 1. Noile educații (*Sursa*: realizat de autor în baza CRCN)

În contextul CRCN 2025, disciplina Geografie este recunoscută ca disciplină de sinteză, cu un pronunțat caracter interdisciplinar și aplicativ. Prin natura sa, Geografia analizează relațiile dintre componentele naturale și cele social-economice ale spațiului, facilitând înțelegerea interdependențelor globale și locale. Competențele specifice disciplinei Geografie vizează: analiza relației om–mediu–teritoriu; interpretarea fenomenelor geografice în context local, regional și global; utilizarea instrumentelor cartografice și geospațiale; aplicarea principiilor dezvoltării durabile în situații concrete [6; 2]. Prin aceste finalități, Geografia devine un cadru curricular adecvat pentru integrarea educației pentru dezvoltare durabilă, a educației ecologice

și a educației pentru cetățenie globală. De asemenea, utilizarea tehnologiilor GIS, a hărților digitale și a resurselor geospațiale susține dezvoltarea competențelor digitale, în concordanță cu DigComp [4]. Mai mult, prin analiza problemelor contemporane – schimbări climatice, gestionarea resurselor, migrație, riscuri naturale, urbanizare – disciplina contribuie la formarea unei gândiri critice și sistemice, în acord cu orientările GreenComp [5] și cu profilul de formare al absolventului stipulat în CRCN 2025 [2].

Rezultate și discuții

Analiza aplicativă realizată prin proiectarea și simularea unei lecții la clasa a XII-a, demonstrează posibilitatea integrării sistemice a noilor educații în formarea competențelor specifice disciplinei Geografie, în concordanță cu prevederile CRCN 2025. Tema „Problema demografică și a migrației populației la nivel mondial și în Republica Moldova" oferă un context autentic de învățare, care permite abordarea simultană a dimensiunilor demografice, economice, sociale și valorice ale dezvoltării contemporane. Competențele specifice disciplinei sunt dezvoltate prin situații-problemă relevante social și prin mobilizarea integrată a cunoștințelor, abilităților și atitudinilor.

Etapa de *evocare*, realizată prin analiza unor hărți tematice privind fluxurile migratorii globale și a datelor statistice referitoare la declinul demografic al Republicii Moldova, a generat implicarea activă a elevilor și formularea de ipoteze explicative. Această activitate didactică a contribuit la dezvoltarea gândirii sistemice și la conștientizarea interdependențelor globale. Elevii au identificat conexiuni între migrație, dezvoltare economică, inegalități sociale și politici publice, ceea ce confirmă potențialul disciplinei Geografie de a integra educația pentru dezvoltare durabilă în mod contextualizat.

În etapa de *realizare a sensului*, activitățile de analiză a indicatorilor demografici și de interpretare a hărților tematice au favorizat dezvoltarea competențelor de investigare și interpretare a datelor statistice. Integrarea resurselor digitale (baze de date ONU, Eurostat, BNS, aplicații GIS educaționale) a permis operaționalizarea dimensiunii digitale, în acord cu DigComp (Comisia Europeană, 2018). Elevii au demonstrat capacitatea de a selecta surse credibile, abilitatea de a interpreta reprezentări grafice și cartografice și utilizarea responsabilă a informației digitale. Această etapă confirmă faptul că utilizarea instrumentelor geospațiale nu reprezintă doar un suport tehnologic, ci un mijloc de dezvoltare a gândirii spațiale și a competențelor analitice, în conformitate cu profilul absolventului prevăzut de CRCN 2025.

Dezbaterea structurată realizată la etapa de *reflecție* privind impactul migrației asupra Republicii Moldova a contribuit la dezvoltarea competențelor pentru cultură democratică și cetățenie activă. Elevii au formulat argumente pro și contra, au analizat implicațiile economice ale remitențelor și au discutat consecințele sociale ale depopulării. Această etapă a evidențiat dezvoltarea gândirii critice, capacitatea de argumentare, empatia față de diferite categorii sociale și responsabilitatea civică. Rezul-

tatele confirmă coerența dintre obiectivele lecției și orientările CRCN 2025 privind formarea unui absolvent capabil să participe activ și responsabil la viața comunității.

Activitatea de *extindere*, concretizată prin elaborarea unui infografic digital privind migrația, ceea ce a permis integrarea dimensiunii antreprenoriale și a celei orientate spre soluții. Elevii au fost încurajați să propună măsuri pentru diminuarea impactului negativ al migrației și pentru valorificarea potențialului economic al remitențelor. În logica GreenComp, această etapă reflectă competența de „acțiune pentru sustenabilitate", iar din perspectiva CRCN 2025, consolidează capacitatea de aplicare a cunoștințelor în contexte reale.

Tema analizată a permis dezvoltarea concomitentă a:

- competențelor specifice disciplinei (analiza fenomenelor demografice, interpretarea datelor);
- competențelor pentru dezvoltare durabilă;
- competențelor digitale;
- competențelor civice și valorice.

Rezultatele indică faptul că disciplina Geografie are un potențial ridicat de integrare a dimensiunilor transversale prevăzute în CRCN 2025, contribuind la formarea unui profil de absolvent capabil să înțeleagă complexitatea proceselor demografice și să participe responsabil la gestionarea acestora.

În concluzie, modelul analizat confirmă că abordarea competențială și integrarea noilor educații pot fi realizate eficient prin strategii didactice interactive, centrate pe investigație, dezbatere și utilizarea tehnologiilor digitale, consolidând rolul strategic al disciplinei Geografie în susținerea tranziției verzi și digitale a educației.

Concluzii și recomandări

Analiza realizată evidențiază faptul că integrarea noilor educații în formarea competențelor specifice disciplinei Geografie reprezintă nu doar o direcție oportună, ci o necesitate structurală în contextul reformei curriculare fundamentate pe Cadrul de Referință al Curriculumului Național – 2025. Abordarea competențială promovată de CRCN 2025 oferă cadrul conceptual și metodologic adecvat pentru valorificarea dimensiunilor transversale ale educației contemporane, în special a educației pentru dezvoltare durabilă, a educației digitale și a educației pentru cetățenie democratică.

Rezultatele analizei demonstrează că disciplina Geografie dispune de un potențial integrator ridicat, datorită caracterului său interdisciplinar și capacității de a corela dimensiunile naturale, economice și sociale ale spațiului. Tema „Problema demografică și a migrației populației", abordată prin modelul didactic ERRE, confirmă că noile educații pot fi integrate eficient prin situații autentice de învățare, bazate pe analiză de date, investigație, utilizarea tehnologiilor digitale și dezbatere argumentativă. Integrarea elementelor din GreenComp și DigComp în activitățile didactice analizate a contribuit la dezvoltarea gândirii sistemice, a responsabilității față de comunitate, a competențelor digitale și a capacității de formulare a soluțiilor sustenabi-

le. Astfel, disciplina Geografie își consolidează rolul strategic în susținerea tranziției verzi și digitale a educației, în concordanță cu orientările europene și cu angajamentele asumate prin Agenda 2030.

Din perspectiva reformei curriculare, se desprind mai multe implicații relevante:

1. *Necesitatea consolidării dimensiunii transversale a curriculumului*, prin explicitarea corelațiilor dintre competențele specifice disciplinare și noile educații în documentele curriculare și în ghidurile metodologice.
2. *Orientarea procesului didactic spre situații-problemă autentice*, care permit mobilizarea integrată a competențelor și transferul în contexte reale, în conformitate cu viziunea CRCN 2025.
3. *Dezvoltarea competențelor digitale aplicate în contexte disciplinare*, prin utilizarea sistematică a instrumentelor geospațiale, a bazelor de date statistice și a aplicațiilor interactive.
4. *Formarea continuă a cadrelor didactice*, în vederea implementării eficiente a modelului competențial și a integrării coerente a noilor educații în demersul didactic.
5. *Corelarea evaluării cu finalitățile competențiale*, prin utilizarea unor instrumente care să măsoare nu doar nivelul de cunoaștere, ci și capacitatea de analiză, argumentare și aplicare.

În concluzie, integrarea noilor educații în disciplina Geografie nu reprezintă un demers suplimentar, ci o reconfigurare paradigmatică a rolului disciplinei în arhitectura curriculară. Geografia devine astfel o disciplină de sinteză, strategică pentru formarea unui absolvent capabil să înțeleagă complexitatea proceselor globale, să utilizeze instrumentele digitale în mod responsabil și să participe activ la construirea unei societăți sustenabile. Această orientare confirmă relevanța reformei curriculare actuale și subliniază necesitatea unei implementări coerente, sistemice și susținute instituțional.

BIBLIOGRAFIE

1. Codul educației al Republicii Moldova, nr. 152/2014.
2. Cadrul de Referință al Curriculumului Național (CRCN). Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova, 2025, 58 p .
3. Organizația Națiunilor Unite. Transformarea lumii noastre: Agenda 2030 pentru Dezvoltare durabilă, 2015, 39 p.
4. Comisia Europeană. DigComp: The Digital Competence Framework for Citizens, 2018, 129 p.
5. Comisia Europeană. GreenComp: The European Sustainability Competence Framework, 2022, 53 p.
6. Curriculum la disciplina Geografie. Ministerul Educației și al Cercetării al Republicii Moldova, ediția 2019.

HIGHER EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND SECURITY: UNIVERSITIES AS CATALYSTS OF CHANGE

VISOKO OBRAZOVANJE ZA ODRŽIVOST I SIGURNOST:UNIVERZITETI KAO KATALIZATORI PROMENA

VESNA NIKOLIĆ, prof. univ., dr.,
Universitatea din Niš, Serbia

VESNA NIKOLIC, PhD, Full Professor,
University of Niš, Serbija
ORCID: 0000-0002-9163-7116
e-mail: vesnik08@gmail.com

CZU: 378.091:502
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p301-316

Rezumat. În contextul provocărilor globale, inclusiv schimbările climatice, inegalitatea socială, degradarea mediului și instabilitatea geopolitică, dezvoltarea durabilă (DD) s-a afirmat ca un cadru transformator pentru modelarea unor societăți reziliente și incluzive. Securitatea, înțeleasă în dimensiunile sale mai largi – umană, ecologică și societală – este recunoscută concomitent atât ca o condiție prealabilă, cât și ca un obiectiv al sustenabilității. Lucrarea de față analizează rolul transformator al universităților în educație, cercetare și guvernanță responsabilă, prin discursul dual al sustenabilității și securității. Un accent deosebit este pus pe declarațiile și inițiativele internaționale (de exemplu, UNESCO, Agenda 2030), care poziționează universitățile drept agenți activi ai schimbării, promovând alfabetizarea ecologică, colaborarea interdisciplinară, responsabilitatea etică și parteneriatele globale. O atenție specială este acordată examinării experiențelor universităților sârbe în procesul lor de transformare orientat spre aceste obiective. Prin analiza practicilor instituționale, a inovațiilor curriculare și a cooperării strategice, lucrarea demonstrează modul în care universitățile acționează ca factori catalizatori în integrarea securității în agenda sustenabilității, oferind generațiilor viitoare instrumentele necesare pentru a face față provocărilor complexe de mediu, pentru a promova o cultură a securității și pentru a dezvolta soluții durabile.

Cuvinte-cheie: sustenabilitate, securitate, nexus, transformare, universitate.

Introduction

Modern civilization is accompanied by numerous and diverse risks, challenges, and threats. Globalization has accelerated the flow of people, information, goods, and capital, but it has simultaneously enabled the spread of new threats such as terrorism, organized crime, violence, and conflicts of various types and forms. Regional conflicts, particularly those that are long-standing, represent additional challenges to international security. Furthermore, environmental degradation, climate change, natural disasters, shortages of energy and other resources, infectious diseases, and migrations caused by poverty and conflict are becoming increasingly prominent challenges, necessitating a joint and coordinated response from the international

community. While the nature and character of security threats and risks vary, their cumulative impact and connection to sustainable development should not be questioned. Consequently, on the international scientific stage, sustainable development is viewed as an alternative for solving and overcoming problems of environmental degradation, overpopulation, poverty, climate change, security, peace, human rights, prosperity, and other ecological, economic, and social issues [1; 2].

Security as a goal of sustainable development began gaining prominence in global discourse in the late 1980s and early 1990s, particularly with the publication of the Brundtland Report [3] which introduced the concept of sustainable development and emphasized that environmental degradation and lack of development could lead to conflict and insecurity. Today, security is recognized as both a precondition and a goal of sustainable development. It is embedded in SDG 16 (Peace, Justice and Strong Institutions) and reflected across other goals that address climate resilience, disaster risk reduction, and social inclusion [4].

To establish a solid theoretical and normative framework for examining the nexus between sustainable development and security, a desktop research was conducted to identify and analyze the most relevant international declarations, programs, and initiatives addressing this issue. The subsequent step involved a qualitative analysis of strategic documents, research programs, and accredited faculties (including their study curricula) in the Republic of Serbia, with the aim of assessing the extent to which sustainability and security are integrated into higher education.

In addition, expert insights and informants were consulted—drawing on reports from university centers as well as interviews with professors and researchers – in order to gain a deeper understanding of how the academic community perceives the nexus between sustainability and security. This methodological approach enabled the identification of key obstacles and the formulation of recommendations for improving the current state, thereby positioning universities as pivotal catalysts of social transformation toward sustainability and security.

Higher Education and the University Mission for Sustainable Development

Education is considered the center of sustainability [5] and the fundamental instrument for achieving sustainable development. For more than three decades, especially since the UN Conference on Environment and Development in Rio de Janeiro (1992), the importance of education in reaching a sustainable future has been emphasized. Reconciliation with nature, economic resilience and sustainability, social justice, peace, cultural identity and global collaboration as leading goals of sustainable development impose new requirements in the process of teaching and learning at the university [6]. The significant role of higher education and universities as active actors in supporting the paradigm shift toward sustainability and security has been highlighted both at the policy level and in academic discourse.

However, it is only in the last decade of the previous century that we find the first significant initiatives and activities related to the implementation of environ-

mental protection issues and other aspects of sustainable development into higher education study programs and university cooperation in this field. Declarations such as: Talloires (1990), Halifax (1991), the Copernicus Charter (1994), Lüneburg (2001), Ububtu Declaration (2002); Abuja (2009); Rio+20 Declaration of Higher Education Institutions (2012), Nagoya Declaration (2014) encouraged reflection on models and methods of implementing sustainable development at universities, encompassing both teaching and research activities, as well as the management of higher education institutions and community engagement [7; 8].

Since 2014, the focus of the international community has shifted toward concrete strategic frameworks that integrate education into the broader United Nations developmental goals. The declarations and programs that have shaped this period include:

- The Incheon Declaration : Education 2030 (2015): This framework serves as the roadmap for achieving Sustainable Development Goal 4 (SDG 4): "Ensure inclusive and equitable quality education and promote lifelong learning opportunities for all." A key feature of this declaration is Target 4.7, which specifically mandates that all learners acquire the knowledge and skills needed to promote sustainable development ([9; 10].
- UNESCO Global Action Programme (GAP) (2015–2019): This program focused on five priority action areas: advancing policy; transforming learning and training environments; building capacities of educators; empowering and mobilizing youth; and accelerating sustainable solutions at the local level [11].
- Berlin Declaration on Education for Sustainable Development (2021): Adopted in the wake of the climate crisis and the COVID-19 pandemic, this is one of the most significant declarations promoting the transformation of educational systems and the integration of sustainable development at all levels. It calls for a stronger integration of environmental issues into curricula, emphasizing the urgency of action due to climate change and biodiversity loss [12].
- ESD for 2030 Framework (ESD:Towards achieving the SDGs): This represents UNESCO's current global framework, aimed at integrating sustainability into all levels of education by 2030. In this context, it emphasizes the importance of transformative learning and education that shifts mindsets and behaviors [13].

In addition to these general documents, there are frameworks that directly and specifically address the academic community and universities within the context of sustainable development:

The New Magna Charta Universitatum 2020 [14]: This document explicitly commits universities to "serving society and contributing to sustainability." MCU 2020 [14] significantly expanded the obligations of universities compared to the orig-

inal 1988 version. While the initial charter emphasized academic freedom and the unity of research and teaching, the 2020 version clearly places sustainability and social responsibility at the core of the university mission.

The Berlin Declaration on Education for Sustainable Development (2021) is of particular importance, as it emphasizes the need to implement ESD across all disciplines, extending beyond the natural sciences to include the social sciences, humanities, and technical fields [12]. To this declaration, one must add the Incheon Declaration [10] and SDG Target 4.7, which collectively establish the moral and political framework for integrating sustainable development, human rights, and global citizenship into higher education. In this regard, SDG Target 4.7 (Agenda 2030) mandates that by 2030, all learners and students should acquire the knowledge and skills necessary to promote sustainable development.

Despite existing differences, broadly speaking, these declarations require universities to implement: sustainable physical operations; academic research in the field of sustainability; efforts toward ecological literacy; the establishment of sustainable development as an ethical and moral obligation for the university community; cooperation with other universities and nations; the development of an interdisciplinary curriculum; the creation of partnerships with government, non-governmental organizations, and industry; and public information dissemination [15].

It should be noted that recent declarations and documents strategically define the need to integrate sustainable development into the educational system through the vision of inclusive, equitable, and quality education for all. This integration involves the implementation of diverse themes and issues, ranging from sustainable lifestyles to human rights, gender equality, the culture of peace and non-violence, global citizenship, and the appreciation of cultural diversity. Academic discourse is slowly but surely shifting from merely "learning about nature" toward a profound transformation of the university. In this context, the evaluation and accreditation of study programs are not limited to curriculum content, but rather focus on the institution's capacity to systemically integrate sustainability into its missions, strategies, and culture.

Security as a Goal and Prerequisite for Sustainable Development

In contemporary discourse, security is addressed as an essential need, value, and interest. It represents the most fundamental of human needs , and the quest for it remains one of the primary motivators of human behavior. As a value, security denotes a socially and historically conditioned pattern of human conduct. It is based on the desire to achieve a state characterized by the absence of danger and threats, as well as the mechanisms that safeguard the survival of both individuals and social groups, the state, and the international environment. Simultaneously, security is a primordial interest of all individuals and human communities. Observing security as an interest points to a conscious and rational commitment by the individual to their own physical survival, but also to other dimensions of their sociality, existence, and action [16].

Consequently, security must be viewed as a condition for the survival and sustainable development of modern civilization. Given the diversity of risks and dangers that permanently threaten or may threaten the natural and social conditions of life, the state of security is not static; it is subject to change and necessitates constant activity to prevent, preempt, or eliminate the dangers that jeopardize it.

Recent decades have led to a significant enrichment of the intellectual discourse regarding this issue. An analysis of the relevant literature indicates a diversity of approaches (realist, neorealist, liberal institutionalist, critical, globalist, etc.), as well as varying levels (national, state, global, individual, group, etc.) in the observation of security. Furthermore, there is a clear lack of consensus among authors regarding the questions of who, how, in what manner, and through what means security should and can be provided for both individuals and society as a whole.

However, regardless of differences in approaches and opinions, there is a consensus among authors that security is not merely the absence of threats or conflicts, but also the presence of justice, morality, and culture [17]. Living in a conflict-free environment that lacks justice, morality, and education does not constitute a state of security in the modern understanding of the term. Rather, security implies living within a society that constantly advances and enhances its values.

In the Anglophone world, the phrases "safety education" and "security education" are most commonly used, often with a tendency to express the same or nearly the same content. The former refers to education aimed at acquiring the knowledge, skills, and attitudes necessary for protection, not only in emergencies but also in everyday life (e.g., occupational safety, traffic safety, fire and disaster prevention, etc.) [18]. This involves the prevention of dangers and risks that are not intentionally caused (accidents, natural disasters, human errors, etc.). The latter phrase refers to the development of attitudes and the adoption of values, knowledge, and skills required for the prevention of threats [19]. In this case, the focus is on intentionally caused harm, such as terrorism, threats, premeditated attacks, and similar acts. Regardless, there is no room for dilemma: only an educated, conscious society can respond to emerging threats by taking preventive or corrective measures. Consequently, in the process of building human awareness and knowledge, security must be defined as a core component of modern education. One widely accepted thesis suggests that "if everyone has a sense of security, they will build security, then nurture it - then there will be peace in the world" [20]. Thus, the causal link between awareness, a sense of security, and education is key to the process of developing a secure society.

The most significant documents for the promotion of security include the UN Charter, the Universal Declaration of Human Rights, international covenants and conventions on human rights, as well as regional charters and peace agreements (Helsinki, Paris, Dayton). Together, they constitute a normative framework that links peace, human rights, and security as interdependent elements of global development. More recent documents expand the concept of security to include cyberspace, critical infrastructure, hybrid threats, and institutional resilience. This demonstrates an

evolution from "traditional" to "comprehensive security", where peace and stability depend on the integration of military, political, economic, and technological factors.

The UN document 2030 Agenda for Sustainable Development [21] is of particular significance, as it defines 17 Sustainable Development Goals (SDGs) intended for implementation over a 15-year period starting in 2016. Among these, Goal 16 carries specific weight because it insists on building peaceful, inclusive, and just societies. It involves the reduction of all forms of violence, the strengthening of the rule of law, the reduction of corruption and crime, and the enhancement of institutional transparency [21].

Since education is recognized as a vital instrument for achieving all 17 Sustainable Development Goals [22], the realization of the goal pertaining to security and peace also largely depends on education. The connection between education and Goal 16 is best observed through the learning outcomes that UNESCO [22], defined as essential for achieving this objective. Specifically, in the (1) cognitive domain, it is envisioned that the learner should understand the concepts of justice, inclusion, and peace; the importance of individuals and groups in maintaining them; and the significance of the international human rights framework, among others. (2) Socio-emotional outcomes require the learner to be capable of reflecting on their role regarding issues of peace, justice, inclusion, and strong institutions; participating in debates on these issues at both local and global levels; and demonstrating empathy and solidarity toward those suffering from injustice. Finally, (3) the behavioral domain includes outcomes that promote the learner's ability to critically assess and reflect on social issues, act as an agent of change within the local community, and contribute to the non-violent resolution of conflicts at local and national levels (Ibid.). This is a holistic, participatory process that involves learning "about" and "for" democracy and human rights, non-violence, social and economic justice, gender equality, sustainable development, demilitarization, peacebuilding, international law, and human security. As such, it cannot be confined within the boundaries of a single activity or a single discipline.

Security education plays a vital role in shaping and establishing social attitudes toward security-related issues. These value-based attitudes further motivate individual behavior to a certain degree and in a specific manner. Certainly, a system of values is not the sole determinant of individual conduct; however, it is certain that when other conditions are equal, individuals with more firmly adopted value systems are more resilient to specific challenges. A system of values makes a person feel more secure and alleviates anxiety [17].

The University as an Agent of Sustainability and Security Integration: A Paradigm of Transformation

The modern concept of sustainability and security encompasses a wide range of issues, including environmental, socio-political, economic, technical, military, social, and humanitarian factors, as well as the preservation of national identity and civil

rights. The complexity and mutual interdependence of sustainability and security require an integrated approach to these challenges. Therefore, systematic education is necessary to enable students and professionals to understand the interconnectedness of these factors. Universities play a unique role in this process; through interdisciplinary programs, they can develop the competencies needed for the integrated management of risks and sustainable development

The role of universities is changing in response to the growing needs of sustainable development and security. In the past, higher education institutions focused primarily on providing knowledge and skills within specific disciplines. However, global challenges in the fields of environmental and social sustainability and security have redefined their role. Today, universities are recognized as forces of transformation and promoters of sustainable development and security through the dissemination of knowledge, research, and collaboration with local communities to create sustainable solutions [23; 24].

Universities face urgent security challenges across digital, physical, and social domains. Protecting data, infrastructure, academic freedom, and community well-being requires integrated strategies that combine resilience, governance, and accountability. Within the framework of sustainable development, security is not merely protection against risks, but also the ensuring of peace, resilience, and human rights.

Based on the above, it can be concluded that universities have a dual orientation toward the future: 1) developing student competencies to solve complex problems and contribute to a sustainable and secure society; and 2) reflecting on their own future through a critical reassessment of what kind of higher education institutions are needed to support sustainability and security [25].

Within the complex of all university activities, education and the development of competencies for a sustainable and secure society may hold the central position. By equipping students with the knowledge, skills, and values necessary to address contemporary challenges, universities ensure that sustainability and security are not only theoretical concepts but practical goals embedded in everyday academic practice. S Given the importance of defining competencies for curriculum development, the pluralism of approaches in defining sustainability competencies is not surprising. Wals [26] introduces the elements of sustainability competence, or Gestaltungskompetenz. According to Cebrián and Junyent [27] this term is used by German educators in the field of sustainability and is based on Gestalt, which means mind-set. It expresses the abilities and competencies of students in contexts of sustainability and can be defined as the ability to shape future scenarios by active participation in modeling and transforming society towards sustainable practice [27]. Recent research findings in the field of sustainability in higher education most frequently identify the following as key student competencies: understanding principles of sustainable development and security; critical thinking, problem solving in real world situations; responsible decision making for environment and workplace; teamwork & communication in emergency, disaster an other (un) security situations; independent learn-

ing & practical application; systems thinking, transdisciplinary dialogue, ethics and social responsibility, participatory competence, planning and implementation competence; the ability to feel empathy, compassion, and solidarity; the competence to motivate oneself and others; and the competence to reflect in a distanced manner on individual and cultural concepts [26; 28; 29].

Developing student competencies for sustainability and security in higher education is a complex process that requires the systemic transformation of higher education institutions and, above all, the education and continuous professional development of teaching staff (lifelong learning) [30]. Competent teachers are crucial for: the curricular integration of sustainability and security (reconceptualization of syllabi); the development of students' systemic and critical thinking (enabling them to understand complex interactions between environmental, social, and security factors); the application of participatory and experiential learning methods (problem-based learning, service learning, etc.); the interdisciplinary linking of theory and practice; and the promotion of an institutional culture of sustainability and security. Higher education institutions must become "living laboratories" [31; 32] where the principles of sustainability and security are not only taught but also practiced through operational processes and campus management etc.

Universities, as dynamic systems of knowledge and development, must focus not only on developing students' competencies for solving complex problems but also on their own transformation. This involves redefining their mission, educational programs, research priorities, and management models to become institutions that actively support sustainability and security across all social spheres. [33; 34].

Table 1. Areas of Sustainable University Activities [24; 34; 35; 36]

Area	Activities
Mission	Application of SD values; implementation of sustainable development strategy through a "top-down" approach; acceptance of strategy implementation by authorities; prioritizing funding for research in the field of SD.
Education and Research	Introduction of new professional courses – changes in methodology (emphasis on interdisciplinarity); organization of specialized training programs
Governance	"Green infrastructure" on campus; promotion of healthy food within the campus; cooperation with sustainable suppliers
Regional Mission	Joint sustainable projects; collaborative research with stakeholders from local communities; public scholarship: open lectures and training directed toward the region.
Individual Activities	Individual projects of staff and students; establishment of a network of researchers in the field of sustainable development; individual contributions within departments (e.g., books, articles)

Analysis of the relevant literature indicates that the defining characteristics of a transformed and sustainable university are manifested through the provision of

transformative education; the promotion of inter and transdisciplinary research and study programs; and a strong orientation toward addressing pressing societal challenges. These characteristics are further reinforced by the establishment of collaborative networks, as well as leadership and vision that foster necessary institutional change. Such transformation requires an appropriate allocation of responsibilities and incentives, a long-term commitment to institutional renewal, and a readiness to respond proactively to the evolving needs of society [5; 34; 37; 38].

Today, universities act as key agents of sustainable development and security. Through education, research, and social engagement, they shape the paradigm of transformation toward responsible institutions that contribute to the goals of the 2030 Agenda. They do not only educate the workforce but also create management models that integrate security, health, and sustainability into all segments of society.

Towards University Transformation: Experiences from the Republic of Serbia

Serbia has adopted the global Sustainable Development Goals (the 17 SDGs) established by the United Nations in 2015 (Agenda 2030) and has undertaken a series of activities within the university context toward their realization [39]. University activities in Serbia within the fields of sustainability and security are becoming increasingly integrated, as these concepts are no longer viewed in isolation. A contemporary approach, often referred to as the security-sustainability ''nexus" [40], recognizes that there is no sustainable development without a secure environment, nor long-term security without sustainable resource management.

The Education Development Strategy in Serbia (2021–2030) emphasizes that universities must be key actors in achieving sustainable development goals and strengthening societal security. The document highlights the modernization of curricula, interdisciplinarity, and the alignment of education with social and economic needs, particularly in the fields of ecology, energy, digital security, and social cohesion. Similarly, the Strategy for Scientific and Technological Development of the Republic of Serbia [41] clearly stresses that science and technology should be key instruments for improving the quality of life through sustainable development and the strengthening of societal security. The focus is on linking research with the economy, developing innovations, the energy transition, and strengthening systemic resilience to security challenges. The Strategy for Scientific and Technological Development of the Republic of Serbia [41] specifically recognizes societal challenges in the fields of health and citizen standards; food and water; security and defense; energy, environmental protection, and climate change; the preservation of national identity, and the improvement of state decision-making.

Universities are the primary drivers of scientific research supporting national strategies. While the Ministry of Science of the Republic of Serbia does not formally mandate that all research project results be directly linked to the Sustainable Development Goals, alignment with Agenda 2030 is encouraged through competitive calls,

evaluations, and international cooperation. In practice, this means that researchers and institutions seeking funding must demonstrate a contribution to sustainable development, as this has become a key criterion within the European and global context [42].

Universities in the Republic of Serbia actively participate in European networks (such as COST Actions) and programs (Erasmus+) that explore the "Just Transition" – the shift toward sustainable energy sources while preserving social, environmental, and economic security.

Research results from national and international projects (such as HORIZON and EUREKA) and various programs (bilateral and multilateral) provide significant input for guiding sustainable development practices and policies. The Science Fund of the Republic of Serbia currently finances multiple programs and projects directly related to sustainable development and security. These include energy transitions, renewable energy sources, and interdisciplinary projects within the IDEJE program and cooperation with the diaspora. Regarding national projects, the connection with the Sustainable Development Goals (SDGs) is achieved through SDG 4 (Quality Education) and SDG 9 (Industry, Innovation, and Infrastructure). Innovation projects and startup programs are linked to SDG 8 (Decent Work and Economic Growth), SDG 9 (Innovation and Infrastructure), and SDG 12 (Responsible Consumption and Production). International programs such as Horizon Europe, EUREKA, and COST focus on SDG 13 (Climate Action) and SDG 7 (Affordable and Clean Energy). Projects within the social sciences and humanities are associated with SDG 5 (Gender Equality), SDG 10 (Reduced Inequalities), and SDG 16 (Peace, Justice, and Strong Institutions). Additionally, strategically important cooperation with the private sector is intensifying. This collaboration enables the transfer of knowledge and technology from the academic sphere to industry, specifically through risk assessment studies and the protection of critical infrastructure. It also strengthens the innovation ecosystem and ensures alignment with Agenda 2030 and European standards [41; 42].

Universities in Serbia are actively embracing internationalization through partnerships, double-degree programs, Erasmus+ initiatives, and the recruitment of international students. This process enhances the quality of education, expands global influence, and ensures a heterogeneous student body that fosters collective learning abilities. By integrating international perspectives into their curricula, offering courses on global sustainability and security issues, and involving students in the instructional and educational processes regarding these challenges, institutions ensure that students are prepared to work and compete in a globalized environment.

The integration of sustainable development into the curricula of higher education institutions is gaining increasing recognition in the Republic of Serbia. Many universities are incorporating sustainable practices into their operational and research activities, as well as directly into their teaching methodologies. Despite these efforts, security issues present an additional challenge regarding higher education for sustainable development. While universities in the Republic of Serbia are gradually introducing sustainability into their syllabi, a gap remains between the current capacities and competencies of teaching staff in implementing and delivering content

related to security as a sustainable development goal [31]. Interdisciplinary pedagogical approaches are essential for the effective integration of sustainability and security into instructional and educational processes.

Table 2. Sustainable development and security at universities in the Serbia (author's research)

	Sustainable development	**Safety/security**
University of Belgrade https://www.bg.ac.rs/	• Faculty of Architecture • Faculty of Civil Engineering • Faculty of Mechanical Engineering • Faculty of Mining and Geology • Faculty of Transport and Traffic Engineering • Faculty of Agriculture • Technical Faculty in Bor • Faculty of Technology and Metallurgy • Faculty of Forestry • Faculty of Economics and Business • Faculty of Security Studies • Faculty of Political Sciences • Faculty of Philosophy	• Faculty of Security Studies • Faculty of Economics and Business • Faculty of Law • Faculty of Education • Faculty of Political Sciences • Faculty of Philosophy
University of Novi Sad https://www.uns.ac.rs/	• Faculty of Civil Engineering Subotica • Technical faculty "Mihajlo Pupin" Zrenjanin • Faculty of Technology Novi Sad • Faculty of Technical Sciences • Faculty of Agriculture • Faculty of Economics in Subotica • Faculty of Philosophy	• Faculty of Economics in Subotica • Faculty of Education in Sombor • Faculty of Law • Faculty of Philosophy
University of Nis https://www.ni.ac.rs/	• Faculty of Electronic Engineering • Faculty of Mechanical Engineering • Faculty of Technology in Leskovac • Faculty of Occupational Safety • Faculty of Agriculture in Krusevac • Faculty of Philosophy • Faculty of Education in Vranje	• Faculty of Occupational Safety • Faculty of Economics • Faculty of Education in Vranje • Faculty of Philosophy • Faculty of Law
University of Kragujevac https://www.kg.ac.rs/	• Faculty of Mechanical and Civil Engineering in Kraljevo • Faculty of Engineering University of Kragujevac • Faculty of Economics • Faculty of Hotel Management and Tourism Vrnjacka Banja • Faculty of Education in Jagodina	• Faculty of Economics • Faculty of Education in Uzice • Faculty of Law • Faculty of Hotel Management and Tourism Vrnjacka Banja • Faculty of Education in Jagodina • Faculty of Philology and Arts
University of Pristina (Kosovska Mitrovica) https://pr.ac.rs/	• Faculty of Technical Sciences • Faculty of Economics • Faculty of Philosophy	• Faculty of Economics • Faculty of Law • Faculty of Philosophy • Faculty of Teacher Education in Prizren – Leposavic

Table 2 provides an overview of higher education institutions in the Republic of Serbia that have implemented content from the fields of sustainable development and security into their curricula. These programs reflect the commitment of higher education institutions to equip students with the innovative tools and critical skills necessary to address environmental, social, and security challenges. Higher education institutions that have integrated sustainability and security content into their curricula educate future leaders in the field of sustainability and serve as catalysts for change, fostering a culture of responsible resource management for our planet.

The transition toward interdisciplinary and collaborative approaches in teaching and research represents one of the most significant transformations in the function of higher education institutions. Given that complex sustainability issues require interdisciplinary cooperation, many universities are establishing multidisciplinary research centers and programs to foster collaboration and creativity.

Faculties do not only teach these concepts but must also implement them through various internal regulations, such as fire protection plans, energy efficiency measures, risk assessment documents, and information security protocols. Furthermore, certain universities in Serbia have begun adopting their own five-year sustainability strategies or, at minimum, action plans that encompass reducing the campus carbon footprint and the digital transformation of administration. By implementing sustainable and energy-efficient solutions, universities reduce their environmental impact and encourage sustainable behavior among students, employees, and the general public. In legal and academic discourse, it is frequently emphasized that the contemporary concept of security in Serbia is shifting from an exclusively military-political focus toward integral security, where environmental factors and sustainable resource management become primary generators of state stability [43].

The National Security Strategy of the Republic of Serbia [44] officially states: "Environmental degradation, the lack of energy resources, and climate change represent contemporary security challenges, risks, and threats." It is therefore unsurprising that students in Serbia no longer associate security exclusively with the military and police; rather, they primarily view it through the lens of socio-economic stability and environmental protection. Furthermore, academic research frequently emphasizes that the contemporary concept of security in Serbia is shifting from an exclusively military-political focus toward integral security, where ecological factors and sustainable resource management become primary generators of state stability [45]. Additionally, professors and researchers from Serbian universities play a significant role in public policy by drafting strategic documents, mapping sustainable development goals within local self-governments, and providing education on issues related to cybersecurity and a sustainable digital society.

Conclusion. Contemporary security challenges, risks, and threats are leading to specific changes in value systems and, consequently, to shifts in cultural and educational paradigms. Numerous studies by prominent philosophers, sociologists, pedagogues, andragogues, physicists, engineers, and environmental protection experts [46; 47; 48; 49] have been dedicated to researching the transition toward a risk

society. The authors view this process as a new, inevitable social phenomenon and emphasize the need for fundamental paradigmatic changes in the content of science, education, worldviews, ways of thinking, human activities, and culture.

In the search for an answer to why universities are catalysts of change on the path toward sustainability and security, it is important to remember that universities are sites where knowledge is created and transmitted. They gather experts, professors, and researchers who shape public discourse through their authority and credibility. Furthermore, they serve as incubators of ideas, as many new technologies and philosophical schools originate within the university setting. Universities also fulfill a vital social role; they are not merely educational institutions but spaces where critical thinking is cultivated and where young people are prepared to become active citizens. Finally, they possess significant symbolic value, as in many cultures, the university represents the pinnacle of education and intellectual progress.

The urgent need to address global challenges, such as sustainable development with a specific focus on security as a key objective, requires a unified response from universities. This highlights the importance of education and the development of competencies among teaching staff and students, alongside research and the responsible management of higher education institutions. Universities are, in fact, positioning themselves as catalysts of change in the fields of sustainability and security. Their role extends beyond traditional education; they are becoming centers for research, innovation, and social transformation. The experience of the Republic of Serbia demonstrates that through instructional and educational work, internationalization, partnerships with the private sector, and participation in European programs (such as Horizon Europe and Erasmus+), universities contribute significantly to the implementation of Agenda 2030 and national security and sustainable development strategies [39; 41].

However, the process is burdened by numerous obstacles: insufficient coordination between universities and state institutions, limited financial resources, a lack of systemic evaluation regarding the contribution of universities to the Sustainable Development Goals, and resistance to digital transformation. In this sense, this paper should be viewed as a call for collective reflection and the undertaking of new actions that will integrate sustainable development goals into university strategies and curricula; strengthen partnerships with the private sector through joint research centers; accelerate the digital transformation of administration for transparent resource management; develop regional university networks for knowledge exchange; and, of particular importance, introduce a system of evaluation and reporting on the university's contribution to sustainability and security.

Given the inseparable connection and mutual interdependence of sustainability and security, universities should act as a strategic bridge between these dimensions, ensuring that education, research, and innovation are not merely instruments of knowledge, but the fundamental drivers of social transformation toward a long-term sustainable and secure future.

*Acknowledgment: This publication is based upon work from the COST Action CA24154 The Networking European Security Knowledge: NetSec, supported by COST (European Cooperation in Science and Technology)

REFERENCES

1. BONNETT, M. R. Sustainability, nature, and education: a phenomenological exploration. Inovacije u nastavi, 2016, 29(4), 1-15.
2. WRIGHT, T. S. A. (2009). Sustainability, internationalization, and higher education. New Directions for Teaching and Learning, 118, 105-115.
3. WCED. Our Common Future. Oxford: Oxford University Press, 1987.
4. UNDP (2022). Goal 16: Peace, justice, and strong institutions.
5. LOZANO, R. Incorporation and Institutionalization of SD Into Universities: Breaking Through Barriers to Change, Journal of Cleaner Production, 14, 2006, 9-11, pp. 787-796
6. KAMP, L. Engineering Education in Sustainable Development at Delft University of Technology, Journal of Cleaner Production, 14, 2006, pp. 928-931
7. RONČEVIĆ, N., RAFAJAC, B. Održivi razvoj – izazov za sveučilište, Rijeka: Filozofski fakultet Sveučilišta u Rijeci, 2012.
8. TILBURY, D. Higher Education for Sustainability: A Global Overview of Commitment and Progress. In GUNI (Ed.), Higher Education in the World 4. Higher Education's Commitment to Sustainability: From Understanding to Action (pp. 18-28). Barcelona: Palgrave, 2011
9. LEAL FILHO, W. et.al. The role of transformation in learning and education for sustainability. Journal Of Cleaner Production, 199, 2018, pp. 286-295.
10. UNESCO. Education 2030: Incheon Declaration and Framework for Action for the implementation of Sustainable Development Goal 4, 2016
11. UNESCO. Global Action Programme on Education for Sustainable Development (GAP-ESD). Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2014
12. UNESCO. Berlin Declaration on Education for Sustainable Development. Paris, 2021.
13. UNESCO. Framework for the Implementation of Education for Sustainable Development (ESD) beyond 2019: Education for Sustainable Development: Towards achieving the SDGs (ESD for 2030). Paris, 2019
14. Magna Charta Observatory. Magna Charta Universitatum 2020. Bologna: Magna Charta Observatory
15. WRIGHT, T. S. A. Definitions and Frameworks for Environmental Sustainability in Higher Education. Higher Education Policy, 2002, 15, 105-120.
16. БАЈАГИЋ, М. Основи безбедности, Криминалистичко-полицијска академија, Београд, 2007.
17. Стајић, Љ. Основи безбедности-са основама истраживања безбедносних појава, Факултет цивилне одбране, Београд, 2005.
18. KITAMURA, Y. The possibility of holistic safety education in Japan: From the perspective of education for sustainable development (ESD). IATSS Res. 2014, 38, 40–47.
19. PIECZYWOK, A. Security Education in dangerous times. Security and Defence Quarterly, 2018, 21(4), 7–22.

20. WEŁYCZKO, L. Wybrane problemy edukacji dla bezpieczeństwa i życia w pokoju. In A. Pieczywok & K. Loranty (Eds.), Bezpieczeństwo jako problem edukacyjny (pp. 220–221). Warsaw: Akademia Obrony Narodowej, 2015
21. United Nations. Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development, 2015.
22. UNESCO. Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives, 2017.
23. CUESTA-CLAROS, A., MALEKPOUR, S., RAVEN, R., & KESTIN, T. Are the sustainable development goals transforming universities? An analysis of steering effects and depth of change. Earth System Governance, 2023, 17, 100186. https://doi.org/10.1016/j.esg.2023.100186
24. MULÀ I, et al. Catalysing change in higher education for sustainable development. Int J Sustain Higher Educ. 2017; 18(5):798–820. https://doi.org/10.1108/IJSHE-03-2017-0043
25. RIECKMANN, M. Future-oriented higher education: Which key competencies should be fostered through university teaching and learning? Futures, 2012, 44 (2), 127-135.
26. WALS, A.E.J. MIRRORING. Gestaltswitching and transformative social learning. Stepping stones for developing sustainability competence. Int. J. Sustain. Higher Educ. 2010, 11, 380–390.
27. CEBRIAN, G., JUNYENT, M. Competencies in Education for Sustainable Development: Exploring the Student Teachers' Views, Sustainability, 2015, 7(3), 2768-2786; https://doi.org/10.3390/su7032768
28. SVANSTRÖM, M.; LOZANO-GARCIA, F.; ROWE, D. Learning outcomes for sustainable development in higher education. Int. J. Sustain. Higher Educ. 2008, 9, 339–351.
29. WEIK, A.; WITHYCOMBE, L.; REDMAN, C.L. Key competencies in sustainability: A reference framework for academic program development. Sustain. Sci. 2011, 6, 203–218.
30. United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). (). Learning for the future: Competences in education for sustainable development. Geneva, 2012.
31. NIKOLIĆ, V. et al. ESD professional development of university educators in Serbia, Croatia and Macedonia: A comparative analysis. International Journal of Sustainability in Higher Education, 2017, 18(6), 923-938
32. LOZANO, R. et al. Connecting Competences and Pedagogical Approaches for Sustainable Development in Higher Education: A Literature Review and Framework Proposal, Sustainability, 2017, 9 (10)
33. DRISSI, M., MEFTAH, S. & SKALLI, L. The role of universities in implementing the sustainable development goals (SDGs) a case study of Hassan first university 2018–2023. Discov Sustain 6, 926, 2025. https://doi.org/10.1007/s43621-025-01547-5
34. UNEP. Sustainable University Framework, Defining a sustainable university and creating a global pathway to recognising and becoming one. 2021
35. MADER, C., & RAMMEL, C. Transforming higher education for sustainable development. Brief for Global Sustainable Development Report 2015. United Nations Sustainable Development KnowledgePlatform.Retrievedfrom https://www.researchgate.net/publication/272794607_Brief_for_GSDR_2015_Transforming_Higher_Education_for_Sustainable_Development [accessed Mar 29 2026].
36. MADER C., SCOTT G., RAZAK D. (.). Effective change management, governance and policy for sustainability transformation in higher education, Sustainability Accounting Management and Policy Journal, 2013, 4 (3), 264-284.

37. WALS, A. E. J., & CORCORAN, P. B. (Eds.). Learning for sustainability in times of accelerating change. Wageningen: Wageningen Academic Publisher, 2006.
38. WALS, A. E. J., & CORCORAN, P. B. Sustainability as an outcome of transformative learning. In J. Holmberg & B. E. Samuelsson (Eds.), Drivers and barriers for implementing sustainable development in higher education (ESD in Action Technical Paper, 2006, No. 3, pp. 103–108). Paris: UNESCO.
39. Vlada Republike Srbije. Srbija i Agenda 2030. Mapiranje nacionalnog planskog okvira u odnosu na ciljeve održivog razvoja, 2022.
40. RIOFRANCOS, T. The Security–Sustainability Nexus: Lithium Onshoring in the Global North. Global Environmental Politics. MIT Press, 2023
41. Vlada Republike Srbije. Strategija naučnog i tehnološkog razvoja Republike Srbije za period od 2021. do 2025. godine – Moć znanja. Službeni glasnik Republike Srbije, 2021, 10/202
42. Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija, https://nitra.gov.rs
43. RADOVIĆ, I. Ekološka bezbednost: Osnovi, koncepti i izazovi. Beograd: Fakultet bezbednosti Univerziteta u Beogradu, 2010.
44. Vlada Republike Srbije. Strategija nacionalne bezbednosti Republike Srbije. Službeni glasnik Republike Srbije, 94/2019.
45. STANAREVIĆ, S. Koncept ljudske bezbednosti: Osnovi i primena. Beograd: Fakultet bezbednosti, 2012
46. BECK, U. Risk Society: Towards a New Modernity. London, Sage, 1992.
47. BECHMANN G. Modern society: risk society, information society, knowledge society. Moscow, Logos, 2010.
48. GIDDENS, A. Runaway World: How Globalization is Reshaping Our Lives. London, Profile, 1999
49. LUHMANN N. The society of society. Part IV. Differentiation. Moscow, Logos, 2006 (in Russian)

*Annex: Official websites of the universities in the Republic of Serbia covered by the research

- University of Belgrade. (n.d.). Official website. Retrieved Mart 11, 2026, from https://www.bg.ac.rs
- University of Novi Sad. (n.d.). Official website. Retrieved Mart 10, 2026, from https://www.uns.ac.rs
- University of Niš. (n.d.). Official website. Retrieved Mart 12, 2026, from https://www.ni.ac.rs
- University of Kragujevac. (n.d.). Official website. Retrieved Mart 17, 2026, from https://www.kg.ac.rs
- University of Priština (Kosovska Mitrovica). (n.d.). Official website. Retrieved Mart 18, 2026, from https://www.pr.ac.rs

BIBLIOTECA UNIVERSITARĂ: RESURSE. ACCESIBILITATE. MODERNIZARE DIGITALĂ

BIBLIOTECA UNIVERSITARĂ: RECONCEPTUALIZAREA SPAȚIILOR, RESURSELOR ȘI SERVICIILOR

THE UNIVERSITY LIBRARY: RECONCEPTUALIZING SPACES, RESOURCES, AND SERVICES

Ecaterina SCHERLET, director,
Biblioteca Științifică a UPS „Ion Creangă" din Chișinău

Ecaterina SCHERLET, director,
Scientific Library of "Ion Creanga" SPU of Chisinau
ORCID: 0000-0002-2631-1574
e-mail: scherlet.ecaterina@upsc.md

CZU: 027.7
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p318-327

Abstract. The article analyzes the process of reconceptualizing the university library in response to contemporary digital, educational, and social transformations. This paradigm shift involves moving from the traditional library, centered on physical collections, to a modern model focused on users, collaboration, and technology. In this context, the year 2025 is marked as a symbolic stage in the modernization of university libraries, driven by the new needs of students and researchers, who require rapid access to digital resources and personalized services. A central element of this transformation is the reconceptualization of library spaces through the development of the "Learning Commons" concept, which integrates individual, collaborative, and creative study areas supported by IT infrastructure and virtual resources. The library thus becomes an educational and technological hub capable of fostering innovation, creativity, and active learning. Another important direction is the digitization of information resources through the development of institutional repositories, digital libraries, and cross-border open access projects. These initiatives facilitate the preservation of heritage and global access to knowledge. At the same time, information services are being modernized through the integration of digital technologies, artificial intelligence, and research support services, including data management and open science. The success of these transformations depends on the development of librarians' professional competencies. The university library becomes a dynamic digital ecosystem oriented toward users, research, and innovation.

Keywords: university library, reconceptualization, digital transformation, digitization, information resources, information services, open science, research data management.

Introducere. Schimbarea paradigmei, trecerea de la o viziune veche la una modernă, dar cu păstrarea unor elemente și aspecte tradiționale, specifice activității bibliotecii ca un sistem viu, în permanentă dezvoltare, se realizează prin reconceptualizarea activității bibliotecii universitare. Influența tendințelor noi, implicarea tehnologiilor informaționale, interconexiunea cu alte domenii impun necesitatea transformării radicale și alinierii la noile cerințe ale timpului. Devine necesară adaptarea noilor politici, strategii, proceduri tehnologice și operaționale în activitatea bibliote-

cii, neschimbate rămânând doar rolul și destinația bibliotecii universitare, direcțiile de activitate și orientare către utilizator.

Anul 2025 a fost declarat anul reconceptualizării activității Bibliotecii Universității Pedagogice de Stat „Ion Creangă", acțiune condiționată de necesitatea menținerii relevanței instituției în contextul transformărilor profunde din învățământul superior și cercetare. Totodată, transformările radicale în activitatea bibliotecii universitare sunt condiționate de schimbarea și evoluția nevoilor tuturor categoriilor de utilizatori. Studenții și cercetătorii de azi au așteptări, preferând accesul rapid la resursele digitale și servicii personalizate, adaptate stilului lor de cercetare și învățare. Integrarea tehnologiilor informaționale în toate direcțiile de activitate ale universității impun implicarea bibliotecii în transformarea digitală, prin digitizarea colecțiilor, digitalizarea serviciilor și implementarea instrumentelor de management al informației. Schimbarea paradigmei în cercetare solicită bibliotecii universitare un rol activ în susținerea inovării, prin gestionarea bazelor de date actualizate și oferirea asistenței specializate în managementul datelor.

Cel mai important obiectiv a devenit reconceptualizarea spațiilor bibliotecii universitare, trecerea de la depozite de carte la spații de colaborare, învățare activă și socializare academică. Astfel, a fost inițiată transformarea bibliotecii universitare dintr-un depozit de cărți într-un hub tehnologic și un partener activ în procesele de educație și cercetare.

Reconceptualizarea spațiilor bibliotecii universitare

Reconceptualizarea spațiilor bibliotecii a devenit o necesitate imperativă în contextul trecerii de la un model tradițional, centrat pe colecții, la unul modern, centrat pe utilizator și comunitate academică. Diverse studii demonstrează că bibliotecile, în special cele universitare, depășesc rolul de simple depozite de documente fizice, devenind centre active pentru accesarea resurselor informaționale și dezvoltarea competențelor digitale. Prin urmare, infrastructura bibliotecii este reconstruită și regândită pentru a crea medii flexibile, care îmbină mobilierul ergonomic cu echipamentele IT de ultimă generație, zonele Wi-Fi și accesul extins la baze de date academice.

În contextul tendințelor actuale, biblioteca este redefinită ca un mediu sociocultural important pentru socializarea și dezvoltarea personalității. Aceasta devine un hub de interacțiune și colaborare, unde noile parcursuri educaționale impun configurarea unor zone flexibile, adaptate atât studiului individual, cât și activităților de grup, atelierelor, seminarelor sau proiectelor extracurriculare. Astfel, biblioteca universitară se transformă dintr-un sistem pedagogic rigid într-un centru dinamic de resurse, capabil să răspundă prompt transformărilor rapide din societatea cunoașterii.

Problema infrastructurii bibliotecilor, a spațiilor acestora și a destinației lor a devenit obiectul a numeroase studii, discuții și opinii. Pentru a răspunde nevoilor de studiu interactiv ale studenților și pentru a se alinia reformei sistemului de învățământ universitar, este propus „Learning Commons" ca un nou tip de mediu de învățare colaborativă, derivat din „Information Commons" în cadrul bibliotecilor

universitare [13]. Learning Commons pune accent pe spațiul de creare a cunoașterii și oferă studenților, cadrelor didactice, bibliotecarilor și angajaților instrumente de învățare reciprocă și cercetare. Este numit ca spațiu de învățare colaborativă. Funcția Learning Commons este de a îmbunătăți alfabetizarea informațională a utilizatorilor, de a promova producția de cercetare la nivel maxim și de a realiza partajarea cunoștințelor și inovarea în cadrul instituției. Learning Commons este compus, dintr-un Learning Commons fizic și unul virtual. Learning Commons fizic include, de obicei, zone de învățare deschise, săli de studiu în grup, studiouri multimedia, săli de curs electronice, zone de relaxare etc. Learning Commons virtual include resurse umane, resurse documentare, echipamente și alte tipuri de resurse [13, 1074].

Astfel, conceptul de Learning Commons redefinește biblioteca într-un hub educațional dinamic, axat pe colaborare și tehnologie. Acesta transformă spațiul bibliotecii într-un mediu interdisciplinar unde studenții pot accesa nu doar informație, ci și instrumente de creație și suport academic. Reconstrucția bibliotecii universitare de tip „Learning Commons" este posibilă în conformitate cu specificul bibliotecii și cu cerințele utilizatorilor. Deoarece conceptul de „Learning Commons" nu are un model fix, bibliotecile pot încerca să exploreze varianta potrivită propriilor caracteristici și nevoilor utilizatorilor, în funcție de experiența proprie, să amenajeze astfel de spații și să integreze conceptul de „Learning Commons" în serviciile oferite.

Mark Bieraugel și Stern Neill consideră că biblioteca universitară trebuie să fie reconceptualizată ca un loc menit să cultive creativitatea și inovația în rândul studenților. Autorii studiului consideră că bibliotecile universitare ar trebui să continue să ofere o varietate de spații pentru studenți, inclusiv spații liniștite pentru reflecție, spații zgomotoase pentru colaborare și networking, precum și „makerspaces" pentru experimentare [3, 35].

Biblioteca universitară este, în mod tradițional, un loc unde studenții fac cercetare, studiază și, în cele din urmă, învață. Totuși, bibliotecile academice pot depune eforturi și pentru a oferi spații care să stimuleze creativitatea și inovația, în sprijinul obiectivelor și misiunii educaționale ale instituției lor. Configurația mediului fizic, care include amenajarea, echipamentele, condițiile ambientale, semnele și simbolurile, influențează gândirea și comportamentul individual atât în mod pozitiv, cât și negativ. Cercetătorii mediilor academice și de afaceri sugerează că este nevoie de spații diferite pentru etape diferite ale creativității și inovației [3, 37].

Jeffrey Gayton (2008) afirmă că biblioteca academică are două tipuri de spații: comunală și socială. Spațiile comunale sunt locuri în care studenții sunt angajați într-un studiu solitar, sârguincios și contemplativ, fiind înconjurați de alți studenți. În spațiile sociale, aceștia se implică în activități colaborative și zgomotoase alături de colegi. Concepția lui Gayton privind spațiile bibliotecii, organizate diferențiat în funcție de diversitatea necesităților studenților susține perspectiva conform căreia procesul educațional necesită existența unor spații distincte, adaptate diferitelor forme de învățare și tipuri de comportament asociate creativității și inovării.

În concordanță cu perspectivele formulate de Gayton, Scott Bennett (2015) susține că proiectarea spațiilor de învățare din cadrul bibliotecilor trebuie să aibă în

vedere tipurile de comportament pe care aceste configurații spațiale le pot genera. Totodată, analiza realizată de Hannah Bennett (2014) asupra designului bibliotecilor, din perspectiva neuroștiinței, evidențiază faptul că spațiul bibliotecii poate funcționa similar unor „medii de cercetare productive", stimulând dezvoltarea creativității și a inovării.

Bennett notează că Google, Twitter, Facebook și alte companii urmăresc, de asemenea, să creeze medii de cercetare productive în cadrul sediilor lor „pentru a cultiva inovația și gândirea creativă, fie că este vorba de recepție, cafenea sau un colț liniștit". Avansând ideea de a adăuga experimentarea și creativitatea în spațiile bibliotecii, Megan Lotts (2015) a examinat modul în care bibliotecile academice pot crea o cultură a creativității prin activități cu costuri reduse, folosind spații temporare unde studenții pot „meșteri" diverse lucruri.

Un număr de universități mari au construit spații pentru a stimula creativitatea, transformând spațiile bibliotecii în „centre multidisciplinare axate pe probleme". O universitate a proiectat și construit un spațiu separat pentru a stimula creativitatea în cadrul unei biblioteci academice: Noel Studio pentru Creativitate Academică de la Universitatea Eastern Kentucky. Conceput cu scopul de a ajuta studenții să comunice mai bine, Noel Studio include un spațiu generos pentru lucru colaborativ, o sală de curs flexibilă pentru predare și învățare și un set de spații private pentru exersarea și înregistrarea prezentărilor. Noel Studio dispune de facilitatori instruiți, disponibili pentru a asista studenții în generarea ideilor, scriere și alte tipuri de comunicare.

„Spațiile bibliotecii evoluează pentru a încuraja colaborarea interdisciplinară, inovarea și schimbul de cunoștințe. Dotate cu mobiliere flexibile, stații de lucru colaborative și săli de ședințe echipate tehnologic, aceste spații facilitează interacțiunea. Zonele de tip makerspace, laboratoarele de inovare și studiourile multimedia contribuie suplimentar la experimentarea practică și la explorarea creativă" [10].

Activitatea unei biblioteci nu poate fi realizată în mod eficient decât într-un local adaptat sau conceput special. „Circuitul cărții dintr-o bibliotecă necesită repartizarea într-un spațiu real a diferitelor operațiuni de prelucrare; această necesitate se referă la ansamblul serviciilor bibliotecii a cărui dispunere arhitecturală și amenajare interioară trebuie să permită o utilizare cât mai rațională a suprafețelor. Acestei preocupări i se adaugă și aceea de a oferi utilizatorilor un local bine situat, primitor, în care consultarea documentelor să fie facilitată de prezentarea acestora. Dispunerea sălilor clădirii trebuie planificată în așa manieră încât să conducă publicul către colecțiile de documente ale bibliotecii" [9, 546].

Ideile și opiniile identificate cu privire la spațiile bibliotecii au fost utilizate în procesul de reconceptualizare a spațiilor bibliotecii UPSC. Astfel în lucrările de proiectare și design ne-am orientat spre crearea:

– *spațiilor flexibile și dotate cu tehnologii moderne*: spații dinamice, dotate cu tehnologie avansată, pentru realizarea activităților de instruire, laboratoare digitale etc.);

– *spațiilor de colaborare și creație*: Makerspaces, activități practice, cercetare și schimb de idei;
– *spațiilor hibrid,* care vor integra resurse fizice și virtuale, creând o comunitate de învățare continuă.

Astfel, spațiul fizic și virtual care se schimbă în conformitate cu cerințele utilizatorilor transformă biblioteca în spațiu mai deschis, diversificat și confortabil. Strategia de design și soluțiile de proiectare au contribuit la transformarea bibliotecii într-un spațiu funcțional și mobil, potrivit pentru lucrul individual și în grup. Spațiu orientat spre utilizator, conceput pentru a susține învățarea, cercetarea și colaborarea.

Reconceptualizarea resurselor informaționale

Procesul de reconceptualizare a resurselor în biblioteca universitară indică tranziția de la paradigma tradițională a depozitării cărților către un hub informațional multifuncțional, caracterizat prin digitalizare și inovare. Această transformare vizează adaptarea la nevoile comunității academice prin digitizarea și accesibilitatea resurselor informaționale. Asigurarea accesibilității integrale la resursele informaționale este realizată prin implementarea sistemelor specializate de gestionare a resurselor informaționale și prin automatizarea proceselor de planificare și monitorizare. Totodată, dezvoltarea bibliotecii digitale, prin integrarea resurselor electronice, cărți, reviste și baze de date, în procesul educațional contribuie semnificativ la eficientizarea activităților didactice și de cercetare.

În acest context, activitatea bibliotecii universitare rămâne a fi orientată spre:

– dezvoltarea Repozitoriului Instituțional Digital;
– dezvoltarea bibliotecii digitale prin integrarea resurselor electronice;
– dezvoltarea resurselor digitale specifice (baze de date tematice, colecții multimedia, materiale educaționale);
– digitizarea colecțiilor tradiționale: teze de doctorat, lucrări științifice, publicații universitare și bibliografii ale disciplinelor de studiu.

Repozitoriul Instituțional Digital, creat în anul 2016, este în permanentă creștere și dezvoltare, actualmente include peste 8700 înregistrări. Migrarea Repozitoriului instituțional (https://dir.upsc.md/) la versiunea DSpace 7 a contribuit la modernizarea infrastructurii informaționale a universității, îmbunătățirea accesului deschis la rezultatele cercetării, creșterea vizibilității producției științifice instituționale. Prin intermediul noii versiuni a devenit posibilă optimizarea proceselor de administrare, validare, publicare și diseminare a resurselor digitale. Repozitoriul Instituțional contribuie la consolidarea imaginii universității ca instituție modernă, orientată spre principiile accesului deschis la informație. Acesta susține procesele de evaluare instituțională și de acreditare, asigurând totodată valorificarea, vizibilitatea și prezervarea pe termen lung a patrimoniului științific și educațional al universității.

Biblioteca Digitală a Facultății Arte Vizuale și Design (https://dl.upsc.md), dezvoltată pe platforma Captoria – Sistem de Management al Documentelor, a fost integrată în infrastructura informațională a BȘ UPSC. În procesul de dezvoltare a bibliotecii digitale au fost stabilite și implementate metadate specifice diferitelor tipuri de documente încărcate, asigurând astfel descrierea unitară, regăsirea și gestionarea a resurselor digitale. Biblioteca Digitală pune la dispoziția utilizatorilor o gamă variată de resurse informaționale în format digital, inclusiv lucrări științifice și metodice, materiale didactice, cataloage, albume etc. Prin dezvoltarea acestei resurse digitale, biblioteca asigură suportul informațional al procesului de studii și cercetare, oferind acces deschis la resurse relevante și actuale.

O nouă etapă de dezvoltare s-a început pentru studenții și profesorii din Republica Moldova și România cu lansarea proiectului „Bibliotecă universitară transfrontalieră online pentru acces echitabil la servicii educaționale de înaltă calitate" (CBOL), susținut de Comisia Europeană și Universitatea din Galați. Două biblioteci universitare s-au angajat să creeze un spațiu digital unde vor fi disponibile gratuit cărți, articole științifice, documente rare și resurse educaționale moderne. La etapa actuală este creat și dotat cu echipamentul necesar Centrul de Resurse educaționale academice. Biblioteca digitală transfrontalieră (CBOL) (https://cbol.ugal.ro/) este creată pe platforma DSpace, soluție software open-source pentru depozite instituționale, orientată spre managementul, conservarea și diseminarea resurselor academice în acces deschis. CBOL utilizează schema Dublin Core (extinsă), incluzând câmpuri precum: titlu, autor, rezumat, cuvinte-cheie, subiect, editor, dată de publicare, tip de document, limbă, drepturi de acces. Toate înregistrările din sistem beneficiază de identificator persistent Handle. CBOL este structurată pe comunități și colecții, oferă căutare simplă și avansată în metadate, în tot conținutul platformei sau într-o anumită comunitate sau colecție [12].

Digitizarea colecțiilor bibliotecii universitare reprezintă o necesitate strategică, determinată de cerințele societății informaționale și ale mediului academic. Digitizării vor fi supuse cărțile rare și vechi, manuscrisele, albume și alte materiale de patrimoniu științific instituțional. Crearea copiilor digitale va asigura protejarea și conservarea publicațiilor originale, prevenind degradarea acestora în timp și disponibilitatea lor generațiilor viitoare de utilizatori. Digitizarea va permite accesul la resursele bibliotecii indiferent de locația utilizatorului și de programul de funcționare a bibliotecii, sprijinind învățarea, cercetarea și educația la distanță. Studenții, masteranzii, doctoranzii și cadrele didactice vor accesa rapid resursele necesare studiului și cercetării, ceea ce va facilita procesul de învățare și dezvoltarea competențelor informaționale. Pentru accesarea rapidă, colecțiile digitale vor fi integrate în catalogul electronic, biblioteci digitale, repozitoriul instituțional, sporind interoperabilitatea și schimbul de informații între instituții.

Totodată, digitizarea oferă posibilitatea de a crea colecții digitale noi, adaptate necesităților informaționale ale utilizatorilor. Biblioteca universitară poate dezvolta resurse digitale specifice, cum ar fi baze de date tematice, colecții multimedia și suporturi educaționale, pentru a susține cercetarea academică și educația. Crearea co-

lecțiilor digitale noi poate implica, de asemenea, colaborarea cu alte instituții, cum ar fi universități, muzee și centre de cercetare, pentru a dezvolta resurse comune și a facilita accesul la informații valoroase. Se constată o tendință de tranziție graduală a bibliotecilor universitare către servicii și resurse digitale, în vederea reducerii impactului asupra mediului și a diminuării amprentei ecologice. Aceasta vizează prioritatea abonării sau achiziționării versiunii electronice în detrimentul formatului fizic, minimizarea volumului de depozitare fizică și reducerea deșeurilor. Achiziția bazată pe cerere presupune procurarea în format digital doar a acelor resurse informaționale pentru care există un interes și o necesitate reală din partea utilizatorilor [11].

Astfel, prin reconceptualizarea resurselor informaționale biblioteca universitară își depășește granițele fizice. Ea devine un ecosistem digital deschis, care garantează prezervarea patrimoniului științific, accesul la educație de calitate și aliniază biblioteca științifică la standardele globale de sustenabilitate și vizibilitate științifică.

Reconceptualizarea serviciilor informaționale

Modernizarea serviciilor și produselor bibliotecii este un proces continuu și dinamic, care ar trebui să țină cont de schimbările tehnologice și de nevoile comunității pentru a asigura relevanța și utilitatea bibliotecii în era digitală. Reconceptualizarea serviciilor presupune adaptarea lor la noile comportamente informaționale ale utilizatorilor, valorificarea tehnologiilor informaționale și pe susținerea procesului de cercetare și învățare.

În contextul transformării digitale, punctul de pornire îl constituie evaluarea ofertei actuale de servicii, adaptarea lor la noile exigențe ale procesului didactic și de cercetare, sau substituirea lor cu soluții inovatoare. În condițiile bibliotecii universitare, transformările vizează serviciile informaționale orientate spre utilizator, servicii digitale și acces la distanță și servicii de suport pentru cercetare și Știința deschisă.

Printre servicii informaționale orientate spre utilizator, e necesar de menționat:

– servicii personalizate pentru diferite categorii de utilizatori: studenți, cadre didactice, cercetători, doctoranzi;
– consultanță informațională individuală (Information Consultatio/Research Support);
– crearea profilurilor informaționale personalizate pentru utilizatori.

Servicii digitale și acces la distanță se vor dezvolta prin:

– referințe virtuale (chat, e-mail, videoconferință);
– ghiduri online pentru utilizarea bazelor de date și a resurselor electronice;
– platforme integrate pentru accesul la resurse academice;

Suport pentru cercetare și Știință deschisă prin:

– ghidare în strategii avansate de căutare în baze de date internaționale (Scopus, Web of Science etc).

– asistență personalizată privind crearea profilurilor academice (ORCID, Google Scholar);
– sprijin în gestionarea datelor de cercetare (Research Data Management);
– suport pentru publicare în acces deschis și vizibilitatea cercetării.

Tendințele actuale în domeniul serviciilor informaționale indică dezvoltarea și implementarea următoarelor servicii:

Research Data Management (RDM) – organizarea sistematică, stocarea, documentarea și schimbul de date obținute în cursul cercetărilor, pentru a asigura integritatea, accesibilitatea și posibilitatea de reutilizare a acestora.

Digital Curation Services (DCS) – serviciile de curatoriat digital se referă la procesul complex de selecție, colectare, menținere și stocare a artefactelor electronice. Acest demers vizează crearea, conservarea și optimizarea arhivelor de date, asigurând valorificarea și accesibilitatea lor atât în prezent, cât și pe termen lung [14].

Serviciile de suport pentru cercetare și Știință Deschisă transformă bibliotecile în veritabile laboratoare academice. Acestea dețin elementele necesare pentru dezvoltarea și implementarea platformelor, serviciilor, regulilor, standardelor și a altor factori care stimulează deschiderea științei în beneficiul societății [2].

O altă tendință este orientată spre furnizarea serviciilor informaționale prin utilizarea IA. „Furnizarea serviciilor de bibliotecă a fost revoluționată de tehnologia IA, care permite oferirea unor servicii mai avansate și personalizabile. IA oferă numeroase instrumente care pot îmbunătăți semnificativ servicii precum căutarea, extragerea, procesarea și gestionarea informațiilor. Utilizarea acesteia pentru rezolvarea mai multor sarcini, inclusiv studierea și evaluarea informațiilor, dezvoltarea competențelor de alfabetizare informațională, precum și oferirea serviciilor de referințe, realizarea proceselor de căutare și extragere a informațiilor” [6].

Caracteristicile alfabetizării digitale includ competențe operaționale, precum utilizarea tehnologiilor digitale, căutarea, evaluarea, extragerea și schimbul de conținut digital, colaborarea, comunicarea, gândirea critică și crearea de conținut [8].

Realizarea serviciilor de bibliotecă reconceptualizate va fi posibilă doar prin dezvoltarea continuă a competențelor personalului de bibliotecă. Astfel, bibliotecarul trebuie să devină competent în gestionarea datelor de cercetare. Să posede cele trei domenii principale de competențe și cunoștințe importante pentru furnizarea serviciilor RDM: competențe informaționale (căutarea, documentarea, descrierea datelor etc.); cunoașterea metodelor de cercetare (analiza datelor, vizualizarea datelor etc.); competențe tehnice și TIC (stocarea datelor, infrastructură, arhitectură etc.) [7].

Bibliotecarul capabil să furnizeze servicii de curatoriat digital (DCS) actualizându-și cunoștințele și dobândind noi competențe tehnice și experiență pentru a identifica nevoile cercetătorilor și pentru a proiecta, implementa și extinde infrastructura și serviciile necesare organizării, stocării și conservării informațiilor digitale, în vederea accesării și reutilizării acestora [7].

Reconceptualizarea bibliotecii universitare în era digitală depășește simpla adoptare a tehnologiei, reprezentând o transformare structurală profundă orientată

către utilizator și Știința Deschisă. Prin integrarea inteligenței artificiale și implementarea unor servicii avansate precum Research Data Management (RDM) și Digital Curation, biblioteca devine un laborator academic interactiv. Succesul acestei tranziții este însă direct condiționat de transformarea profilului profesional al bibliotecarului, care trebuie să evolueze dintr-un custode de carte într-un expert dinamic în tehnologii TIC, metode de cercetare și alfabetizare digitală.

Concluzii. Reconceptualizarea activității bibliotecii universitare reprezintă o etapă esențială pentru adaptarea instituției la transformările din educație și cercetare. Procesul de transformare fundamentează implementarea serviciilor inovatoare de bibliotecă, dezvoltarea unor noi modele de organizare a spațiului bibliotecar, redefinirea rolului și a funcțiilor bibliotecii universitare în mediul academic contemporan și în comunitate în ansamblu. Spațiile bibliotecii evoluează de la modelul tradițional centrat pe colecții la spații flexibile, colaborative și tehnologizate, orientate spre utilizator.

Dezvoltarea resurselor informaționale evidențiază tranziția către biblioteci digitale, prin repoziționarea colecțiilor, digitizarea patrimoniului documentar și dezvoltarea repozitoriului instituțional. Eforturile bibliotecilor universitare rămân a fi îndreptare spre dezvoltarea depozitelor instituționale digitale și oferirea platformelor pentru găzduirea revistelor cu acces deschis, democratizează accesul la rezultatele științifice. Modernizarea serviciilor informaționale presupune integrarea tehnologiilor digitale și sprijinirea activităților de cercetare, învățare și dezvoltare a competențelor informaționale. Prin aceste transformări, biblioteca universitară va deveni un spațiu informațional și educațional modern, integrat în ecosistemul academic și digital al universității.

BIBLIOGRAFIE

1. ANDREWS, C., WRIGHT, S. E., & RASKIN, H. Library Learning Spaces: Investigating Libraries and Investing in Student Feedback. *Journal of Library Administration*, 2016, nr. 56(6), pp. 647–672. https://doi.org/10.1080/01930826.2015.1105556
2. ARNING, U. Scholar-led publishing and diamond open access: The professionalised role of libraries. *IFLA Journal*. 2025, vol. 51, nr.1, pp. 61–66. https://doi.org/10.1177/03400352241287128
3. BIERAUGEL, M.; NEILL, S. Ascending Bloom's Pyramid: Fostering Student Creativity and Innovation in Academic Library Spaces. *College & Research Libraries (C&RL)*. 2017, vol 78, nr. 1, pp. 35-52. https://doi.org/10.5860/crl.78.1.35
4. CHI, D. Role and functions of libraries in the information society. *Scientific and Technical Libraries*. 2024, nr. 4, pp. 56-67. (In Russ.) https://doi.org/10.33186/1027-3689-2024-4-56-67
5. EREMENKO, T. V. The current trends in academic libraries (content analysis of research publications). *Scientific and technical libraries*. 2026, nr.1, pp. 32–60. https://doi.org/10.33186/1027-3689-2026-1-32-60
6. KIRAN, N.; AZIZ, T.; LASHARI, A. A. Academic libraries emerging trends in 21st Century: A systematic review. *Pakistan Social Sciences Review*. 2024, vol. 8, nr 1, pp. 270–281. https://doi.org/10.35484/pssr.2024(8-I)25

7. LUPU, V.; ȚURCAN, N.; CUJBA R. Moldovan academic librarians' perception on research data management. *IFLA Journal*. 2025, vol. 51, nr.1, pp. 109–127. https://doi.org/10.1177/03400352241304118
8. MAKHAFOLA, L. et al. A scoping review of digital literacy, digital competence, digital fluency and digital dexterity in academic libraries' context. *The Journal of Academic Librarian-ship*. 2025, vol. 51, nr. 3, pp. 103053. DOI https://doi.org/10.1016/j.acalib.2025.103053
9. NEAGA, Igor; CANȚÎR, Lilia. Proiectarea spațiilor bibliotecii pentru învățare și culturalizare. In: *Teoria și practica administrării publice*, 20 mai 2022, Chișinău. Chișinău: Centrul Editorial-Poligrafic al Universității de Stat din Moldova, 2022, pp. 542-546. ISBN 978-9975-3542-3-3.
10. REDIJ, J. A.; NAMDAS, V. R. Transformative Transmogrification: Academic Libraries' Response to Evolving Research and Scholarly Communication Trends. *International Journal of Research in Library Science (IJRLS)*. 2024, vol. 10, Issue 3 (July-September), pp. 53–60. DOI 10.26761/IJRLS.10.3.2024.1776.
11. SINGH, J. P.; KAUR, B. Sustainable Digital Resource Management in Academic Libraries: Strategies and Future Trends. In: *Management of Digital Information Resources (A Festschrift in Honour of Dr. K. Nageswara Rao)*. Allied Publishers, 2024, pp. 86–101.
12. URSACHI, Lenuța. Biblioteca digitală transfrontalieră CBOL. *BiblioFeed* #109. 2026, 29 april. Disponibil: https://bibliofeed.substack.com/s/biblioteca-bibliofeed
13. WANG, An; CHU, Rongfei; XU, Min. Establishing Learning Commons in University Libraries. In: *Proceedings of the 2016 International Conference on Education, Management and Computing Technology (ICEMCT-16)*. Available Online DOI: 10.2991/icemct-16.2016.234
14. ZAREEF, M.; JABEEN, M. Systematic literature review of digital curation services in academic libraries (2001–2023): A global perspective. *Journal of Information Science*. 2025, February, pp. 1- 29. https://doi.org/10.1177/01655515241305348

UTILIZAREA INTELIGENȚEI ARTIFICIALE GENERATIVE DE CĂTRE STUDENȚI: IMPLICAȚII PENTRU ROLUL BIBLIOTECILOR UNIVERSITARE

STUDENTS' USE OF GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE: IMPLICATIONS FOR THE ROLE OF UNIVERSITY LIBRARIES

Nelly ȚURCAN, prof. univ., dr. hab.,
Universitatea de Stat din Moldova

Nelly ȚURCAN, PhD Habilitatus, University Professor,
Moldova State University
ORCID: 0000-0001-8475-0770
e-mail: tsurcannelly@gmail.com

CZU: 027.7:004.8
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p328-343

Abstract. The rapid development of generative artificial intelligence (GenAI) has brought about significant changes in learning and research practices in higher education. Students frequently use AI-based tools to clarify concepts, generate ideas, draft academic texts, and synthesise scholarly literature. These changes are also reflected in students' information behaviour and in the ways they access, evaluate, and utilise academic resources.

Drawing on a corpus of 138 scholarly sources, this article identifies both the advantages of these technologies, such as enhanced efficiency in learning, support for academic writing, and rapid access to information, and the associated challenges, including risks to academic integrity, the reliability of information, and over-reliance on technology.

In this context, university libraries can enhance their role in supporting the academic community by developing programmes in information literacy and artificial intelligence literacy. Through guidelines, training activities, and support services, libraries can contribute to fostering the skills necessary for the critical, responsible, and ethical use of artificial intelligence within the academic environment.

Keywords: generative artificial intelligence; students; university library; information literacy; AI literacy

Introducere

Progresele recente în domeniul inteligenței artificiale generative (GenAI) au produs schimbări notabile în modul în care se desfășoară învățarea și cercetarea în universitățile contemporane. Modele precum *ChatGPT*, *Gemini* sau *Copilot* nu mai reprezintă simple curiozități tehnologice, ci s-au integrat în rutina academică a tot mai multor studenți, fie că este vorba fie că e vorba de generarea automată de conținut textual, analiza datelor și sprijinirea activităților de cercetare și învățare [3]. Această evoluție a atras atenția comunității academice, care urmărește cu interes crescut modul în care aceste instrumente influențează practicile prin care tinerii accesează, evaluează și utilizează informația [9; 41].

Adoptarea GenAI în învățământul superior s-a produs rapid și a generat modificări reale în dinamica predării și a învățării. Cercetările recente arată că studenții recurg frecvent la aceste instrumente pentru generarea de idei, redactarea textelor, sintetizarea literaturii de specialitate sau clarificarea conceptelor dificile [12; 44]. Alături de beneficiile documentate au apărut însă și întrebări serioase legate de integritatea academică, fiabilitatea informațiilor și dezvoltarea capacității de gândire critică [1].

Tocmai în mijlocul acestor transformări se regăsesc bibliotecile universitare, ale căror funcții tradiționale, precum asigurarea accesului la resurse și formarea competențelor de cultură informației, rămân esențiale, chiar dacă contextul în care sunt exercitate s-a schimbat semnificativ. Bibliotecile sunt chemate acum să devină actori activi în promovarea alfabetizării în domeniul inteligenței artificiale (AI), în elaborarea unor politici instituționale responsabile și în integrarea noilor tehnologii în procesul educațional [10; 17].

Această presiune de adaptare se exercită asupra universităților în ansamblu, care sunt nevoite să regândească strategii, infrastructuri și curricule. În cadrul acestui proces, biblioteca universitară ocupă o poziție centrală, nu doar în calitate de furnizor de resurse, ci și ca mediator între utilizatori și tehnologiile emergente.

Literatura de specialitate reflectă această schimbare de perspectivă: bibliotecile universitare sunt privite tot mai mult ca spații de formare a unor competențe digitale extinse, care acoperă nu doar căutarea și evaluarea informației, ci și înțelegerea modului de funcționare al sistemelor de inteligență artificială, a limitelor și implicațiilor etice ale acestora [6; 34]. Concret, bibliotecile pot sprijini studenții să evalueze critic conținutul generat automat, să identifice surse academice relevante și să integreze aceste instrumente în activitatea de cercetare cu discernământ [4; 33], pot elabora ghiduri și resurse educaționale dedicate, pot organiza activități de instruire și pot colabora cu cadrele didactice pentru includerea acestor competențe în programele de studiu [31; 42], explorând totodată utilizarea inteligenței artificiale în propriile servicii informaționale [47].

În acest context, analiza relației dintre utilizarea GenAI de către studenți și rolul bibliotecilor universitare devine o direcție relevantă de cercetare în biblioteconomie și știința informării. Înțelegerea practicilor studenților, a beneficiilor și a riscurilor asociate utilizării acestor instrumente, constituie o premisă necesară pentru elaborarea unor strategii instituționale eficiente.

Articolul de față urmărește să examineze principalele tendințe identificate în literatura de specialitate privind utilizarea inteligenței artificiale generative de către studenți și să analizeze implicațiile acestora asupra rolului bibliotecilor universitare. Demersul vizează atât impactul acestor tehnologii asupra practicilor de învățare și al comportamentului informațional al studenților, cât și evaluarea beneficiilor și riscurilor asociate, în vederea conturării unor direcții de adaptare a serviciilor și programelor educaționale oferite de biblioteci.

Metodologie

Prezentul articol se bazează pe o analiză narativă a literaturii de specialitate, vizând identificarea principalelor tendințe privind utilizarea inteligenței artificiale

generative de către studenți și implicațiile acestora pentru rolul bibliotecilor universitare. Selecția surselor s-a realizat prin interogarea sistematică a două baze de date academice de referință: *Web of Science (WoS)* și *Scopus*, completate cu platforma *Consensus*, utilizată pentru identificarea unor studii suplimentare relevante. Toate căutările au fost efectuate la data de 14 martie 2026.

În *Web of Science*, căutarea a fost realizată cu două combinații de termeni: (1) *GenAI* AND *university library*, care a generat 93 de rezultate pentru perioada 2024–2026, și (2) *student use GenAI* AND *university library*, cu 27 de rezultate pentru aceeași perioadă. Analiza comparativă a celor două seturi a evidențiat că toate cele 27 de documente din a doua interogare se regăsesc deja în setul celor 93, astfel că numărul unic de documente identificate în *WoS* este de 93. În *Scopus*, aceleași interogări au produs, respectiv, 20 și 14 rezultate pentru intervalul 2024–2026; aplicând același raționament, numărul unic de documente din *Scopus* este de 20. Cumulat, cele două baze de date au furnizat 113 documente (93 + 20), din care 11 erau indexate simultan în ambele surse. În urma deduplicării inter-baze, corpusul a fost redus la 102 documente unice. Criteriile de includere au vizat studii publicate în perioada 2023-2026, redactate în diferite limbi, dar majoritatea în engleză, care abordau explicit utilizarea GenAI în contexte academice și/sau rolul bibliotecilor universitare în raport cu aceste tehnologii.

Căutarea pe platforma *Consensus*, utilizând titlul temei de cercetare ca interogare, a acoperit perioada 2023-2025 și a furnizat 37 de referințe relevante. Verificarea încrucișată a acestora cu corpusul deja constituit a evidențiat un singur document comun,

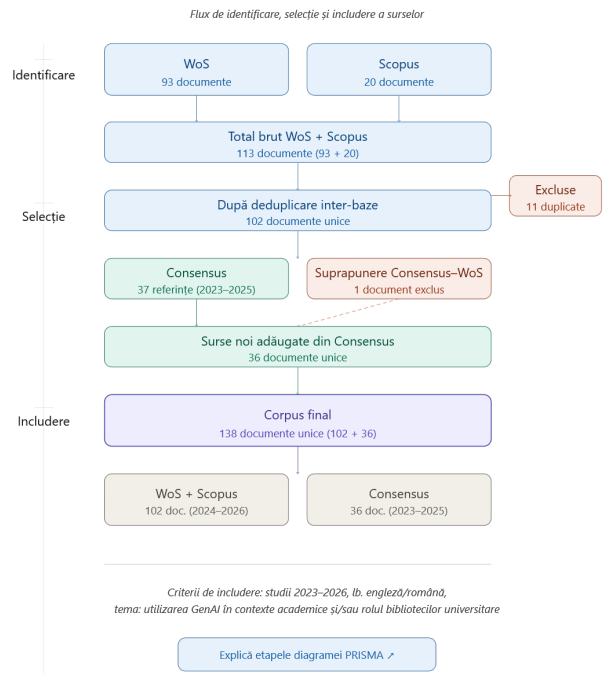


Fig. 1. Diagrama PRISMA – flux de selecție a surselor
Sursa: Elaborată de autoare

indexat în *WoS*, dar absent din *Scopus*, astfel că platforma *Consensus* a adăugat 36 de documente noi. Corpusul final supus analizei cuprinde 138 de documente unice (Figura 1). Analiza s-a concentrat pe sintetizarea tendințelor principale din literatura identificată, fără a urmări o mapare exhaustivă sau o meta-analiză cantitativă a rezultatelor.

Utilizarea inteligenței artificiale generative de către studenți

Instrumente precum *ChatGPT, Copilot* sau *Grammarly*, bazate pe modele lingvistice de mari dimensiuni, au intrat rapid în arsenalul academic al studenților și doctoranzilor, fiind utilizate pentru clarificarea conceptelor, redactarea și revizuirea textelor, sinteza bibliografiei și chiar formularea ipotezelor de cercetare [12; 45]. Extinderea acestor tehnologii reflectă tendința mai largă de digitalizare a educației și de integrare a instrumentelor inteligente în procesele academice.

Literatura de specialitate evidențiază amploarea fenomenului: studiile arată că o proporție semnificativă a studenților utilizează în mod regulat instrumente de inteligență artificială în activitățile academice, iar în anumite contexte peste trei sferturi (70%-98%) dintre aceștia declară astfel de practici [27; 43; 50]. Popularitatea acestor aplicații este susținută de accesibilitatea lor, de capacitatea de a furniza rapid informații sintetizate și de utilitatea lor în gestionarea sarcinilor academice complexe.

Utilizările sunt diverse. Cel mai frecvent, instrumentele GenAI funcționează ca forme de tutorat virtual, oferind explicații alternative, exemple suplimentare și întrebări de verificare, contribuind astfel la aprofundarea conceptelor dificile [12; 20]. Acestea sunt utilizate, de asemenea, pentru brainstorming, structurarea ideilor, parafrazare și corectare lingvistică [23; 35] sau pentru elaborarea unor schițe inițiale ale lucrărilor, pe care studenții le dezvoltă ulterior [12; 27].

La nivelul doctoranzilor, aria de utilizare se extinde către activități de cercetare propriu-zisă, incluzând identificarea direcțiilor de studiu, sintetizarea literaturii, formularea ipotezelor, analiza datelor și planificarea cercetării, îmbunătățirea procesului de codificare, utilizarea în corectarea și redactarea textelor, precum și ca instrument explicativ pentru accesibilizarea informațiilor complexe [24]. Inteligența artificială sprijină totodată organizarea informațiilor și pregătirea materialelor academice, contribuind la eficientizarea procesului de sistematizare a datelor [36; 45]. Modalitățile de utilizare diferă considerabil de la un utilizator la altul, variind de la folosirea ca instrument de suport până la generarea unor texte aproape complete, ceea ce reflectă niveluri diferite de competență digitală și de înțelegere a limitărilor tehnologiei [45].

Un aspect deosebit de relevant privește influența GenAI asupra comportamentului informațional. Tot mai mulți studenți apelează la aceste instrumente ca prim pas în procesul de documentare, obținând rapid o orientare generală, înainte de a consulta sursele academice [15; 51]. Această schimbare indică o reconfigurare a practicilor tradiționale de cercetare, în care consultarea bazelor de date și a cataloagelor bibliotecilor nu mai constituie întotdeauna primul pas. Implicit, apar implicații pentru modul în care studenții evaluează credibilitatea informației și își dezvoltă competențele de cercetare.

Pe lângă avantajele evidente, literatura semnalează și o serie de preocupări, printre care riscul dependenței excesive de tehnologie, posibila diminuare a gândirii critice, dificultățile legate de evaluarea originalității și incertitudinile privind acuratețea informațiilor generate [16; 27]. Aceste aspecte subliniază necesitatea unei utilizări informate și reflexive a instrumentelor de inteligență artificială.

Cercetările recente confirmă adoptarea rapidă a GenAI în rândul studenților. Un studiu realizat la Harvard indică că aproximativ două treimi dintre studenți utilizează sau intenționează să utilizeze chatboturi generative în scopuri academice, în ciuda unui anumit nivel de scepticism privind fiabilitatea rezultatelor [19]. Cercetările din Hong Kong evidențiază atitudini predominant pozitive față de aceste tehnologii și recunoașterea potențialului lor de a îmbunătăți experiența de învățare [12], iar alte studii le asociază cu creșterea motivației și a performanței academice [28]. Datele longitudinale confirmă o creștere constantă a nivelului de utilizare pe măsură ce studenții devin mai familiarizați cu aceste instrumente [49].

Aplicații precum *Elicit, Litmaps* sau *Research Rabbit* facilitează, de asemenea, identificarea literaturii relevante și organizarea informațiilor, contribuind la eficientizarea analizei academice [13]. Studenții tind totuși să perceapă aceste instrumente ca fiind complementare metodelor tradiționale, nu ca înlocuitori ai acestora, ceea ce sugerează menținerea rolului bazelor de date academice și al resurselor bibliotecilor.

În ansamblu, inteligența artificială generativă se integrează tot mai mult în ecosistemul digital al învățământului superior, iar bibliotecile universitare pot juca un rol semnificativ în orientarea acestui proces prin facilitarea accesului la resurse de calitate și prin dezvoltarea programelor de cultură a informației și în domeniul inteligenței artificiale.

Beneficiile utilizării GenAI în învățământul superior

Integrarea inteligenței artificiale generative în mediul universitar a devenit un subiect intens analizat în literatura de specialitate, datorită impactului asupra practicilor de învățare și potențialului de transformare a proceselor educaționale. Studiile recente arată că aceste tehnologii sprijină activitățile academice ale studenților și doctoranzilor prin facilitarea accesului la informații, adaptarea experienței de învățare și eficientizarea proceselor de redactare și cercetare, utilizarea lor fiind asociată cu beneficii care influențează atât performanța academică, cât și modul de raportare la cunoaștere.

Un avantaj frecvent menționat este creșterea eficienței în învățare. Instrumentele GenAI oferă explicații rapide pentru concepte complexe, sintetizează volume mari de informații și furnizează răspunsuri structurate la întrebări academice, contribuind la economisirea timpului necesar identificării și prelucrării informațiilor relevante și la o mai bună organizare a activităților de studiu. Cercetările indică o asociere între utilizarea acestor instrumente și creșterea productivității academice [18; 40; 48].

Un al doilea beneficiu important constă în personalizarea procesului de învățare. Spre deosebire de resursele tradiționale, instrumentele bazate pe inteligență ar-

tificială pot adapta explicațiile în funcție de nivelul de cunoștințe al utilizatorului, permițând explorarea conținutului într-un ritm propriu. Această flexibilitate susține învățarea autonomă și dezvoltarea competențelor de studiu independent, fiind deosebit de utilă în contexte academice caracterizate prin complexitate și volum ridicat de informații [8; 37].

Literatura evidențiază, de asemenea, contribuția acestor tehnologii la redactarea academică. Instrumentele GenAI sunt utilizate pentru generarea de idei, structurarea argumentelor și îmbunătățirea clarității exprimării, studenții recurgând frecvent la acestea pentru elaborarea schițelor de text, parafrazare și corectare lingvistică, ceea ce poate conduce la creșterea calității lucrărilor academice [23]. Acest sprijin este relevant mai ales pentru studenții aflați la începutul parcursului academic sau pentru cei care redactează într-o limbă străină.

Un aspect complementar vizează îmbunătățirea înțelegerii conceptelor și a implicării în procesul de învățare. Prin oferirea de explicații alternative, exemple și analogii, instrumentele de inteligență artificială facilitează asimilarea conținuturilor dificile, iar interacțiunea directă cu aceste sisteme poate stimula interesul pentru studiu și poate contribui la creșterea motivației și a satisfacției academice [29]. Totodată, aceste tehnologii susțin dezvoltarea competențelor lingvistice și de comunicare academică, prin traducere, rafinarea stilului și adaptarea discursului la cerințele diferitelor discipline, facilitând participarea studenților din medii lingvistice diverse [30; 52].

Inteligența artificială generativă prezintă aplicații relevante și în domeniul cercetării. Pentru doctoranzi și studenții implicați în proiecte științifice, aceste instrumente pot sprijini identificarea ideilor principale din literatura de specialitate, sugerarea direcțiilor de cercetare și organizarea informațiilor, iar în anumite cazuri sunt utilizate pentru analiza preliminară a datelor sau pentru pregătirea prezentărilor academice [12; 45]. Nu în ultimul rând, instrumentele GenAI facilitează identificarea rapidă a resurselor relevante și oferă sinteze ale unor subiecte complexe, funcționând ca puncte de orientare în etapele inițiale ale documentării, în special pentru studenții aflați la începutul explorării unui domeniu.

În ansamblu, literatura de specialitate evidențiază că inteligența artificială generativă aduce avantaje importante în ceea ce privește eficiența învățării, accesul la informație și sprijinul acordat activităților academice. Aceste beneficii sunt însoțite de provocări legate de utilizarea responsabilă a tehnologiei și de menținerea standardelor de integritate academică, ceea ce conturează necesitatea dezvoltării unor cadre instituționale care să promoveze utilizarea critică și etică a acestor instrumente, bibliotecile universitare putând contribui la acest demers prin programe de cultură a informației și în domeniul inteligenței artificiale.

Transformarea comportamentului informațional al studenților

Integrarea inteligenței artificiale generative în mediul universitar determină transformări semnificative ale comportamentului informațional al studenților și doctoranzilor, înțeles ca ansamblu al practicilor de identificare, evaluare și utilizare a

informațiilor. Evoluția tehnologiilor digitale și apariția unor instrumente avansate de procesare a datelor contribuie la reconfigurarea modului în care utilizatorii interacționează cu resursele academice, aplicațiile bazate pe GenAI devenind tot mai frecvent parte a procesului de documentare.

Una dintre cele mai vizibile schimbări privește punctul de pornire al căutării informațiilor. Dacă anterior studenții apelau în principal la cataloagele bibliotecilor, bazele de date științifice sau motoarele de căutare specializate, în prezent aceștia utilizează frecvent instrumente de inteligență artificială pentru a obține rapid explicații, sinteze și orientări generale asupra unui subiect. Aceste sisteme funcționează ca interfețe conversaționale care furnizează răspunsuri structurate și adaptate nevoilor utilizatorului, facilitând accesul imediat la informații [15; 51].

Această schimbare influențează modul de navigare în mediul informațional: în locul unei documentări bazate pe consultarea directă a mai multor surse, studenții pot accesa informații deja sintetizate, ceea ce accelerează procesul de orientare, însă poate limita contactul direct cu literatura științifică și poate afecta dezvoltarea competențelor de căutare și evaluare critică a surselor.

Instrumentele GenAI contribuie și la explorarea și organizarea informațiilor, putând genera rezumate, explica concepte complexe și sugera direcții de cercetare, oferind o imagine de ansamblu utilă în etapele inițiale ale documentării. Această funcționalitate este deosebit de valoroasă pentru studenții aflați la începutul parcursului academic, facilitând orientarea într-un domeniu de studiu [12]. Dificultatea apare atunci când sinteza generată automat tinde să substituie lectura directă a surselor primare, în loc să o pregătească.

Utilizarea acestor tehnologii ridică, totodată, probleme legate de evaluarea credibilității informațiilor. Spre deosebire de sursele academice tradiționale, unde autoritatea și rigoarea metodologică pot fi analizate explicit, conținutul generat de inteligența artificială rezultă din procese algoritmice care sintetizează informații din surse multiple fără a le cita transparent. În consecință, studenții trebuie să dezvolte competențe suplimentare pentru verificarea acurateței și identificarea limitărilor acestor răspunsuri, adoptând o atitudine reflexivă față de informațiile obținute.

Adoptarea instrumentelor GenAI este influențată de factori precum utilitatea percepută, ușurința de utilizare și contextul social [11; 39]. Există, totodată, riscuri asociate utilizării excesive, inclusiv dependența de tehnologie și reducerea efortului de analiză critică a literaturii [45].

Relația cu resursele tradiționale ale bibliotecilor nu este însă una de substituție. Studenții continuă să utilizeze bazele de date academice și colecțiile de specialitate pentru documentare aprofundată, ceea ce indică faptul că inteligența artificială funcționează mai degrabă ca un instrument complementar decât ca un substitut al surselor consacrate. Comportamentul informațional capătă astfel un caracter hibrid, combinând utilizarea tehnologiilor emergente cu metodele tradiționale de cercetare.

În acest context, dezvoltarea competențelor de evaluare critică și utilizare responsabilă a informațiilor devine o componentă centrală a educației universitare. Bibliotecile universitare pot juca un rol important în susținerea acestei tranziții prin

programe de cultură a informației și instruire privind utilizarea inteligenței artificiale, contribuind la formarea unor practici academice riguroase și la integrarea adecvată a noilor tehnologii în procesul de cercetare și învățare.

Rolul bibliotecilor universitare în era inteligenței artificiale generative

Dezvoltarea rapidă a inteligenței artificiale generative a determinat o reevaluare a rolului bibliotecilor universitare în ecosistemul informațional academic. Dacă în mod tradițional acestea erau percepute ca spații de acces la resurse documentare, literatura recentă evidențiază necesitatea transformării lor în actori activi ai adaptării instituționale la noile tehnologii [10]. Integrarea AI influențează modul de producere, distribuire și utilizare a informației, iar bibliotecile pot funcționa ca intermediari între utilizatori și aceste tehnologii, facilitând accesul responsabil și sprijinind dezvoltarea competențelor critice [21].

În acest context, competențele bibliotecarilor devin deosebit de relevante. Expertiza în evaluarea surselor, gestionarea informației și alfabetizarea informațională permite ghidarea utilizatorilor în utilizarea adecvată a instrumentelor de inteligență artificială, mai ales în condițiile în care acestea sunt tot mai frecvent integrate în activitățile academice [17]. Totodată, bibliotecile contribuie la dezvoltarea infrastructurii instituționale necesare utilizării acestor tehnologii, prin elaborarea de ghiduri, organizarea de programe de formare și colaborarea cu cadrele didactice pentru integrarea competențelor aferente în curriculum.

Un rol central emergent este promovarea alfabetizării în domeniul inteligenței artificiale, care presupune capacitatea utilizatorilor de a înțelege funcționarea sistemelor IA, de a evalua critic rezultatele generate și de a utiliza aceste instrumente în mod responsabil [25]. Studiile indică faptul că nivelul acestor competențe este încă limitat în rândul studenților, existând atât lacune de cunoaștere, cât și preocupări privind utilizarea etică a tehnologiilor. Bibliotecile universitare pot aduce o contribuție semnificativă prin dezvoltarea de ateliere, ghiduri și resurse educaționale dedicate, integrând alfabetizarea în domeniul AI în programele existente de formare informațională [17]. Astfel, se conturează o extindere a culturii informației către un cadru mai larg, care include competențe digitale și tehnologice avansate.

Transformările generate de inteligența artificială afectează nu doar practicile utilizatorilor, ci și organizarea serviciilor bibliotecilor, care sunt nevoite să își adapteze funcțiile pentru a răspunde noilor cerințe, devenind spații de formare a competențelor necesare în mediul academic contemporan. Accentul se mută de la identificarea informațiilor către evaluarea critică a conținutului generat automat și înțelegerea limitărilor acestuia [4]. Un alt domeniu de intervenție îl constituie promovarea utilizării responsabile a inteligenței artificiale: în absența unor orientări clare, studenții pot întâmpina dificultăți în delimitarea utilizărilor acceptabile ale instrumentelor GenAI în redactarea lucrărilor sau în cercetare, iar bibliotecile pot răspunde acestei nevoi prin elaborarea de ghiduri și organizarea de sesiuni de instruire.

În paralel, bibliotecile universitare explorează integrarea inteligenței artificiale în propriile servicii, literatura de specialitate menționând utilizarea chatboților pentru servicii de referință virtuală, implementarea sistemelor de recomandare a resurselor și aplicarea algoritmilor de învățare automată pentru analiza colecțiilor și optimizarea catalogării [10; 22]. Totuși, adoptarea acestor tehnologii implică și provocări, întrucât este necesară dezvoltarea competențelor digitale ale personalului, elaborarea unor politici instituționale clare și asigurarea respectării principiilor etice, inclusiv protecția datelor și transparența algoritmică. Nivelul variabil de pregătire al bibliotecarilor în domeniul inteligenței artificiale evidențiază importanța formării profesionale continue [38].

Bibliotecile pot contribui, de asemenea, la facilitarea colaborării interdisciplinare, creând prin organizarea de evenimente și inițiative comune spații de dialog între studenți, cercetători și specialiști în tehnologie, susținând astfel dezvoltarea unor practici inovatoare și responsabile. Totodată, ele au un rol important în menținerea accesului echitabil la informație, reducând diferențele generate de accesul inegal la tehnologie sau de nivelurile diferite de competență digitală.

În ansamblu, literatura de specialitate evidențiază că bibliotecile universitare se află într-un proces continuu de transformare: dincolo de funcția tradițională de furnizori de resurse, acestea devin facilitatori ai competențelor necesare utilizării tehnologiilor emergente, iar prin adaptarea serviciilor, dezvoltarea programelor educaționale și integrarea instrumentelor bazate pe inteligență artificială pot susține un mediu academic în care aceste tehnologii sunt utilizate în mod critic, responsabil și eficient.

Utilizarea IA în dezvoltarea serviciilor bibliotecii

Literatura recentă evidențiază integrarea tot mai amplă a inteligenței artificiale generative în dezvoltarea serviciilor bibliotecilor universitare, atât în dimensiunea educațională, cât și în cea operațională. În cadrul activităților de instruire, aceste tehnologii sunt utilizate pentru a sprijini dezvoltarea competențelor de cercetare și utilizarea responsabilă a informației. Un studiu de caz privind utilizarea eseurilor generate de ChatGPT arată că implicarea studenților în analiza critică a conținutului, prin identificarea erorilor, verificarea surselor și evaluarea argumentației, contribuie la consolidarea capacității de evaluare a informației și la înțelegerea limitărilor tehnologiei [26]. În mod similar, integrarea instrumentelor IA în procesul de revizuire a literaturii facilitează identificarea și organizarea resurselor relevante, aplicații precum Elicit, Research Rabbit sau Litmaps susținând explorarea rețelelor de citări și sinteza academică [13]. Aceste exemple demonstrează că inteligența artificială poate funcționa ca instrument pedagogic eficient, cu condiția utilizării sale în mod critic și ghidat.

Dincolo de instruire, inteligența artificială contribuie la modernizarea serviciilor bibliotecii. Modelele de limbaj sunt utilizate pentru optimizarea ghidurilor informaționale, îmbunătățind structura și accesibilitatea acestora, ceea ce poate conduce la o utilizare mai intensă a resurselor disponibile. Integrarea chatboților permite furnizarea de răspunsuri rapide și personalizate, facilitând orientarea utilizatorilor și

accesul la informații relevante [46], iar sistemele de recomandare și instrumentele de automatizare susțin descoperirea resurselor și eficientizarea proceselor interne [14].

Adaptarea serviciilor bibliotecilor la noile realități tehnologice implică extinderea programelor de instruire dedicate utilizării inteligenței artificiale. Prin ateliere, sesiuni de formare și ghiduri specializate, bibliotecile contribuie la dezvoltarea competențelor de alfabetizare în domeniul IA, sprijinind utilizatorii în înțelegerea modului de funcționare a acestor tehnologii și în evaluarea critică a conținutului generat [4; 17]. Complementar, sunt dezvoltate resurse educaționale, precum tutoriale și ghiduri online, care abordează avantajele, limitările și riscurile utilizării AI în cercetare și redactare academică [6; 17].

Integrarea inteligenței artificiale implică și transformări la nivel instituțional. Bibliotecarii sunt tot mai implicați în activități de consiliere privind utilizarea instrumentelor IA, ceea ce face necesară dezvoltarea continuă a competențelor digitale [38], iar adoptarea acestor tehnologii presupune gestionarea unor provocări legate de acceptarea organizațională, formarea personalului și elaborarea unor politici adecvate [32]. Colaborarea cu furnizorii de conținut și infrastructură digitală devine, de asemenea, relevantă pentru implementarea eficientă a soluțiilor bazate pe IA.

Bibliotecile universitare contribuie și la definirea cadrului normativ privind utilizarea inteligenței artificiale în mediul academic. Prin colaborarea cu cadrele didactice și conducerea instituțiilor, acestea pot sprijini elaborarea unor orientări clare privind utilizarea etică a acestor tehnologii, contribuind la menținerea standardelor de integritate [6]. Totodată, ele au un rol în promovarea accesului echitabil la resurse și tehnologii, reducând diferențele generate de niveluri variate de competență digitală prin servicii de suport și resurse educaționale dedicate.

Provocări și dileme etice

Integrarea inteligenței artificiale generative în mediul universitar aduce beneficii evidente, dar și o serie de provocări etice și profesionale care necesită o abordare atentă. Literatura de specialitate evidențiază în mod constant riscurile asociate utilizării acestor tehnologii, în special în ceea ce privește integritatea academică, acuratețea informațiilor și dezvoltarea competențelor cognitive ale studenților.

Una dintre principalele preocupări vizează integritatea academică. Capacitatea instrumentelor IA de a genera rapid texte coerente poate facilita utilizări necorespunzătoare, inclusiv forme de plagiat sau elaborarea unor lucrări cu o contribuție intelectuală redusă din partea studentului. Acest fenomen complică procesul de evaluare și determină instituțiile de învățământ să își adapteze metodele și să elaboreze ghiduri privind utilizarea responsabilă a acestor tehnologii [27; 44; 52].

Un alt risc important este legat de fiabilitatea informațiilor generate. Deși răspunsurile produse de sistemele IA pot fi coerente și convingătoare, acestea pot include erori, informații incomplete sau chiar referințe inexistente, fenomen cunoscut sub denumirea de „halucinații” [16]. În absența unei evaluări critice, utilizarea acestor informații poate afecta calitatea lucrărilor academice și credibilitatea procesului de cercetare.

Literatura subliniază, de asemenea, riscul dependenței excesive de tehnologie. Utilizarea frecventă a instrumentelor GenAI pentru generarea ideilor sau redactarea textelor poate reduce implicarea activă a studenților și poate afecta dezvoltarea gândirii critice și a capacității de argumentare [41; 45]. În acest context, este necesar un echilibru între utilizarea tehnologiei și menținerea competențelor intelectuale fundamentale. Problemele etice includ și aspecte legate de biasul algoritmic și de transparență. Modelele IA pot reflecta prejudecăți existente în datele de antrenament, influențând astfel rezultatele generate, iar lipsa unor standarde clare privind declararea și citarea utilizării inteligenței artificiale creează incertitudini în practicile academice [2].

În acest context, bibliotecile universitare pot juca un rol important în gestionarea acestor provocări. Prin programe de cultură a informației și de alfabetizare în domeniul inteligenței artificiale, acestea pot sprijini dezvoltarea competențelor necesare pentru evaluarea critică a informațiilor și utilizarea responsabilă a tehnologiei, pot contribui la elaborarea ghidurilor instituționale și pot oferi suport în identificarea și verificarea surselor academice.

În ansamblu, valorificarea potențialului inteligenței artificiale generative în învățământul superior depinde de capacitatea instituțiilor de a gestiona riscurile asociate și de a promova practici academice riguroase. Bibliotecile universitare, prin rolul lor educațional și informativ, pot contribui la dezvoltarea unui cadru de utilizare responsabilă, adaptat noilor realități tehnologice.

Concluzii

Analiza literaturii de specialitate arată că inteligența artificială generativă se integrează rapid în practicile academice, generând transformări în procesele de învățare, cercetare și în comportamentul informațional al studenților. Utilizarea acestor tehnologii este asociată cu beneficii precum eficientizarea activităților de studiu, facilitarea accesului la informații, sprijinul în redactarea academică și adaptarea experienței educaționale la nevoile individuale. În același timp, sunt evidențiate riscuri legate de integritatea academică, acuratețea informațiilor și diminuarea gândirii critice, ceea ce impune o utilizare atentă și responsabilă.

Un element central îl reprezintă schimbarea modului de accesare a informațiilor: instrumentele GenAI devin frecvent puncte inițiale în documentare, oferind sinteze rapide și explicații accesibile. Această evoluție conduce la un model hibrid de informare, în care resursele tradiționale coexistă cu tehnologiile emergente, fără a fi înlocuite complet.

În acest context, bibliotecile universitare își extind rolul dincolo de furnizarea de resurse, devenind actori activi în dezvoltarea competențelor necesare utilizării tehnologiilor digitale. Acestea contribuie la formarea culturii informației și în domeniul inteligenței artificiale, sprijinind evaluarea critică a conținutului și utilizarea responsabilă a acestuia, integrează IA în propriile servicii și participă la elaborarea unor orientări instituționale privind utilizarea etică a acestor tehnologii.

Integrarea inteligenței artificiale implică însă și provocări, precum necesitatea dezvoltării competențelor digitale ale personalului, asigurarea transparenței și menținerea accesului echitabil la resurse. În ansamblu, inteligența artificială generativă contribuie la transformarea mediului academic, iar bibliotecile universitare pot juca un rol important în orientarea acestei evoluții către practici critice, etice și eficiente.

Recomandări pentru bibliotecile universitare

Pe baza literaturii de specialitate și a transformărilor observate în comportamentul informațional al studenților, se conturează mai multe direcții strategice prin care bibliotecile universitare pot răspunde eficient impactului inteligenței artificiale generative.

O primă direcție vizează integrarea alfabetizării în domeniul inteligenței artificiale în programele de instruire existente. Extinderea culturii informației trebuie să includă înțelegerea modului de funcționare a sistemelor IA, evaluarea critică a conținutului generat și recunoașterea limitărilor acestora, prin ateliere, cursuri și resurse digitale adaptate diferitelor niveluri de studiu.

În paralel, bibliotecile pot contribui la elaborarea și diseminarea unor ghiduri instituționale privind utilizarea responsabilă a inteligenței artificiale, oferind orientări clare referitoare la citarea conținutului generat, evitarea plagiatului și utilizarea etică a instrumentelor digitale. Aceste ghiduri trebuie dezvoltate în colaborare cu cadrele didactice și structurile de conducere, pentru a asigura coerența la nivel instituțional.

Dezvoltarea competențelor profesionale ale bibliotecarilor reprezintă o altă componentă importantă. Familiarizarea cu aplicațiile IA, precum și cu implicațiile lor etice și tehnice, necesită programe de formare continuă și implicare în inițiative interdisciplinare. Totodată, bibliotecile pot integra aceste tehnologii în propriile servicii, prin soluții precum chatboturi pentru referințe, sisteme de recomandare sau optimizarea ghidurilor informaționale, cu condiția respectării standardelor de calitate și a principiilor etice.

Promovarea gândirii critice în raport cu utilizarea IA este, de asemenea, necesară. Activitățile de instruire pot include exerciții de analiză a răspunsurilor generate automat, compararea acestora cu surse academice și identificarea erorilor sau biasurilor. Bibliotecile pot juca un rol activ și în elaborarea politicilor instituționale privind utilizarea inteligenței artificiale, contribuind la definirea unor cadre care să echilibreze inovația și integritatea academică.

Nu în ultimul rând, susținerea accesului echitabil la tehnologii și dezvoltarea colaborărilor interdisciplinare reprezintă direcții transversale relevante, prin care bibliotecile își consolidează rolul de facilitatori ai competențelor critice și ai utilizării responsabile a tehnologiilor emergente în mediul academic. Adaptarea la noile realități tehnologice presupune nu doar integrarea instrumentelor IA, ci și redefinirea continuă a rolului bibliotecii ca actor central în promovarea utilizării etice a informației și a inovației în mediul academic.

BIBLIOGRAFIE

1. ABBAS, M.; F.A. JAM and T.I. KHAN. Is it harmful or helpful? Examining the causes and consequences of generative AI usage among university students. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2024, vol. 21, art. 10. https://doi.org/10.1186/s41239-024-00444-7
2. ABULIBDEH, A.; C. BAYA CHATTI; A. ALKHEREIBI and S. El MENSHAWY. A Scoping Review of the Strategic Integration of Artificial Intelligence in Higher Education: Transforming University Excellence Themes and Strategic Planning in the Digital Era. *European Journal of Education*. 2025, vol. 60, no. 1, art. e12908. https://doi.org/10.1111/ejed.12908
3. Adăscăliței, Adrian. *Introducere* în *utilizarea inteligenței artificiale* în *educație. STEAM: predare, învățare și atestare*. Iași: Polirom, 2025. ISBN 978-630-344-277-3.
4. AKAKPO, M. G. Skilled for the Future: Information Literacy for AI Use by University Students in Africa and the Role of Librarians. *Internet Reference Services Quarterly.* 2024, vol. 28, no. 1, pp. 19-26. https://doi.org/10.1080/10875301.2023.2280566
5. AKBAR, M. N. Use of artificial intelligence tools by doctoral students: a mixed-methods explanatory-sequential investigation. *Journal of Further and Higher Education*. 2025, vol. 49, no. 7, pp. 995-1013. https://doi.org/10.1080/0309877X.2025.2515135
6. ALI, M. and J. RICHARDSON. AI literacy guidelines and policies for academic libraries: A scoping review. *IFLA Journal.* 2025, vol. 51, no. 3, pp. 588-599. https://doi.org/10.1177/03400352251321192
7. AL-ZAHRANI, A. M. The impact of generative AI tools on researchers and research: Implications for academia in higher education. *Innovations in Education and Teaching International.* 2024, vol. 61, no. 5, pp. 1029-1043. https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2271445
8. BASHEER, S. and R. ASLAM. Artificial Intelligence and Student Learning in Higher Education: A Qualitative Exploration from District Gwadar. *Research Journal of Psychology.* 2025, vol. 3, no. 2, pp. 336-351. https://doi.org/10.59075/rjs.v3i2.133
9. BATISTA, J.; A. MESQUITA and G. CARNAZ. Generative AI and Higher Education: Trends, Challenges, and Future Directions from a Systematic Literature Review. *Information*. 2024, vol. 15, no. 11, art. 676. https://doi.org/10.3390/info15110676
10. BUITRAGO-CIRO, J.; M. SAMOKISHYN; R. MOYLAN; J. HERNÁNDEZ PÉREZ; O. BAKARE-FATUNGASE and C. FIRDAWSI. Bridging the AI gap: Comparative analysis of AI integration, education, and outreach in academic libraries. *IFLA Journal*. 2025, vol. 51, no. 3, pp. 682-702. https://doi.org/10.1177/03400352251325274
11. CABERO-ALMENARA, J.; A. PALACIOS-RODRÍGUEZ; H. d. l. Á. ROJAS GUZMÁN and V. FERNÁNDEZ-SCAGLIUSI. Prediction of the Use of Generative Artificial Intelligence Through ChatGPT Among Costa Rican University Students: A PLS Model Based on UTAUT2. *Applied Sciences*. 2025, vol. 15, no. 6, art. 3363. https://doi.org/10.3390/app15063363
12. CHAN, C. and W. HU. Students' voices on generative AI: perceptions, benefits, and challenges in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2023, vol. 20, art. 43. https://doi.org/10.1186/s41239-023-00411-8
13. CHAPMAN, O. and D. DENNIS. Integrating AI-powered tools into literature review instruction: insights from business and honors research courses. *Journal of Business & Finance Librarianship.* 2026. Published online: 14 Jan 2026. https://doi.org/10.1080/08963568.2026.2614884

14. CHASE, M. Academic Libraries Can Develop AI Chatbots for Virtual Reference Services with Minimal Technical Knowledge and Limited Resources. *Evidence Based Library and Information Practice*. 2014, vol. 19, no. 2, pp. 136-138. https://doi.org/10.18438/eblip30523
15. CHEN, X. and S. FENG. Analyzing Students' Information Behavior in Generative AI-Supported Small Group Discussions. *Proceedings of the Eleventh ACM Conference on Learning @ Scale*. New York: Association for Computing Machinery, 2024, pp. 325-329. ISBN 979-8-4007-0633-2. https://doi.org/10.1145/3657604.3664657
16. CHIU, T. Future research recommendations for transforming higher education with generative AI. *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2024, vol. 6, art. 100197. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100197
17. CHUN RU, K. and R. TANG. Promoting AI literacy through U.S. academic libraries: an analysis of LibGuides from ARL and Oberlin group libraries using the EDUCAUSE AI literacy framework. *Information Research an International Electronic Journal.* 2025, 30(iConf), pp. 847-865. https://doi.org/10.47989/ir30iConf47182
18. DAHRI, N.A.; N. YAHAYA; W.M. AL-RAHMI; M. S. VIGHIO; F. ALBLEHAI; R.B. SOOMRO and A. SHUTALEVA. Investigating AI-based academic support acceptance and its impact on students' performance in Malaysian and Pakistani higher education institutions. *Education and Information Technologies*. 2024, vol. 29, pp. 18695-18744. https://doi.org/10.1007/s10639-024-12599-x
19. DESCHENES, A. and M. MCMAHON. A Survey on Student Use of Generative AI Chatbots for Academic Research. *Evidence Based Library and Information Practice.* 2024, vol. 19, no. 2, pp. 2-22. https://doi.org/10.18438/eblip30512
20. FAN, L.; K. DENG and F. LIU. Educational impacts of generative artificial intelligence on learning and performance of engineering students in China. *Scientific Reports*. 2025, vol. 15, art. 26521. https://doi.org/10.1038/s41598-025-06930-w
21. FRUEHAUF, E.; A. BEMAN-CAVALLARO and L. SCHMIDT. Developing a foundation for the informational needs of generative AI users through interdisciplinary relationships. *The Journal of Academic Librarianship*. 2024, vol. 50, no. 3, art. 102876. https://doi.org/10.1016/j.acalib.2024.102876
22. GAITANOU, P.; B.D. OLADOKUN; N.K. Patra and S.A. EBIJUWA. ChatGPT in Academic Libraries: A Conversation Model for User Engagement and Support. GUNJAL, B. and P. GAITANOU (eds.). *Designing Next-Gen Libraries: Tools and Technological Impact on Library Systems and Services*. Saur: De Gruyter, 2025, pp. 41-52. eISBN 9783111373485. https://doi.org/10.1515/9783111373485-002
23. GASAYMEH, A.; M. BEIRAT and A. QBEITA. University Students' Insights of Generative Artificial Intelligence (AI) Writing Tools. *Education Sciences.* 2024. vol. 14, nr. 10, art. 1062. https://doi.org/10.3390/educsci14101062
24. HAMMARBÄCK, L.; H. SJÖBLOM; S. VIKLUND and E. HESSMAN. Doctoral students' reflection on Generative AI: A librarian outlook. *Nordic Journal of Library and Information Studies*. 2025, vol. 5, no. 2, pp. 62-69. https://doi.org/10.7146/njlis.v5i2.148803
25. HOSSAIN, Z.; Md. S. BISWAS and G. KHAN. AI literacy of library and information science students: A study of Bangladesh, India and Pakistan. *Journal of Librarianship and Information Science*. 2026, vol. 58, no. 1, pp. 285-299. https://doi.org/10.1177/09610006241309323
26. JOHNSON, S.; E. OWENS; H. MENENDEZ and D. KIM. Using ChatGPT-generated essays in library instruction. *The Journal of Academic Librarianship*. 2024, vol. 50, no. 2, art. 102863. https://doi.org/10.1016/j.acalib.2024.102863

27. JOHNSTON, H.; R. WELLS; E. SHANKS; T. BOEY and B. PARSONS. Student perspectives on the use of generative artificial intelligence technologies in higher education. *International Journal for Educational Integrity*. 2024, vol. 20, art. 2. https://doi.org/10.1007/s40979-024-00149-4
28. JWAIR, A. A. B. Generative artificial intelligence in higher education: Students' journey through opportunities, challenges, and the horizons of academic transformation. *Cogent Education*. 2025, vol. 12, no. 1, art. 2589495. https://doi.org/10.1080/2331186X.2025.2589495
29. KEONG, L. AI-Personalised Learning in Higher Education: A Study on Learning Outcomes and Motivation among University Students. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*. 2025, June 23. https://doi.org/10.47772/ijriss.2025.905000473
30. LI, Y.; N. CASTULO and X. XU. Embracing or rejecting AI? A mixed-method study on undergraduate students' perceptions of artificial intelligence at a private university in China. *Frontiers in Education*. 2025, vol. 10, art. 1505856. https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1505856
31. LO, L. An initial interpretation of the U.S. Department of Education's AI report: Implications and recommendations for academic libraries. *The Journal of Academic Librarianship.* 2023, vol. 49, no. 5, art. 102761. https://doi.org/10.1016/j.acalib.2023.102761
32. MARTÍNEZ-CAMACHO, H.; C. SAAVEDRA-ALAMILLAS; J. PACHECO-MENDOZA and J.D. MACHIN-MASTROMATTEO. Generative artificial intelligence and university libraries in Latin America. *IFLA Journal*. 2025, vol. 51, no. 3, pp. 647-659. https://doi.org/10.1177/03400352251348246
33. MICHALAK, R.; E. TZOC and J.D. LEWIS. Practical Considerations for Adopting Generative AI Tools in Academic Libraries. *Journal of Library Administration*. 2025, vol. 65, no. 5, pp. 596-615. https://doi.org/10.1080/01930826.2025.2506151
34. MILTENOFF, P. Academic Librarians in Times of AI and AI Literacy: Tasks, Responsibilities, and Leadership. *International Information & Library Review.* 2024, vol. 56, no. 3, pp. 296-305. https://doi.org/10.1080/10572317.2024.2381182
35. MIZANUR, M.M.R.; C.C. CHUNG; A. SHANANA; S.A.S. CHU HUA; THIVIYASHREE and ELLEYAJASMIN. Utilization of Generative Artificial Intelligence Technologies as Learning Tools among University Students: A Cross-Sectional Study. *International Journal of Online and Biomedical Engineering (iJOE)*. 2025, vol. 21, no. 7, pp. 4-14. https://doi.org/10.3991/ijoe.v21i07.54227
36. NORDLING, L. AI and the PhD student: friend or foe? *Nature*. 2026, vol. 651, pp. 842-844. https://doi.org/10.1038/d41586-026-00843-y
37. NYARKO, N.; H. HUSSEIN; M. AYAMBA; G, GABIENU; D. KLU; L. MENSAH; M. NAA; M. COMMODORE; D. BILSON; G. EWOENAM, and K. ONWONA-AGYEMAN. Understanding the Benefits and Challenges of Using Artificial Intelligence Among Tertiary Students in a Developing Economy. *Journal of Information Systems Engineering and Management*. 2025, vol. 10, no. 43s, pp. 73-82. https://doi.org/10.52783/jisem.v10i43s.8306
38. OGUNBODEDE, K. F. and S. EJITAGHA). Artificial intelligence readiness: Examining the role of digital literacy among librarians in university libraries in Nigeria. *College & Undergraduate Libraries.* 2026. Published online: 12 Feb 2026. https://doi.org/10.1080/10691316.2026.2628804
39. PARK, E. Trust, risk, and usability: examining students' use behaviour of generative artificial intelligence tools in higher education. *Behaviour & Information Technology.* 2026. Published online: 27 Jan 2026. https://doi.org/10.1080/0144929X.2026.2619983

40. PHUA, J.; H. NEO and C. TEO. Evaluating the Impact of Artificial Intelligence Tools on Enhancing Student Academic Performance: Efficacy Amidst Security and Privacy Concerns. *Big Data and Cognitive Computing*. 2025, vol. 9, no. 5, art. 131. https://doi.org/10.3390/bdcc9050131
41. SAÚDE, S.; J.P. BARROS and I. ALMEIDA. Impacts of Generative Artificial Intelligence in Higher Education: Research Trends and Students' Perceptions. *Social Sciences*. 2024, vol. 13, no. 8, art. 410. https://doi.org/10.3390/socsci13080410
42. SHEE, S. Using Artificial Intelligence in Academic Library Services: Transforming the Future of Learning. *International Journal of Science, Architecture, Technology and Environment*. 2025, vol. 2, no. 4, pp. 624-633. https://doi.org/10.63680/nklcf5435q
43. SOUSA, A. and P. CARDOSO. Use of generative AI by higher education students. *Electronics.* 2025, vol. 14, no. 7, art. 1258. https://doi.org/10.3390/electronics14071258
44. SPRINGMIER, K. An Exploration of Faculty and Student Perceptions of Generative AI. *Library Trends*. 2025, vol. 73, no. 4, pp. 426-442. https://doi.org/10.1353/lib.2025.a968490
45. SUPROBO, W.; S. BASUKI and NURASIAH. A Systematic Literature Review: Impact of Generative AI as Technology to Learning in Higher Education. *Khazanah Informatika: Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika*. 2025, vol. 10, no. 2, pp. 135-142. https://doi.org/10.23917/khif.v10i2.3056
46. TORRES, J. M. Leveraging ChatGPT and Bard for academic librarians and information professionals: A case study of developing pedagogical strategies using generative AI models. *Journal of Business & Finance Librarianship.* 2024, vol. 29, no. 3, pp. 169–182. https://doi.org/10.1080/08963568.2024.2321729
47. ȚURCAN, N. Aplicarea inteligenței artificiale în biblioteci [Revista presei]. In: *BiblioPolis*, 2023, vol. 91, nr. 4, pp. 138-148. Disponibil:https://bibliopolis.hasdeu.md/index.php/bibliopolis/article/view/1083 [accesat 2026-03-14]
48. VIERIU, A. M. and G. PETREA. The Impact of Artificial Intelligence (AI) on Students' Academic Development. *Education Sciences*. 2025, vol. 15, no 3, art. 343. https://doi.org/10.3390/educsci15030343
49. WILLIAMS, A. Rapidly changing attitudes of university students on the use of generative artificial intelligence. *Journal of Further and Higher Education*. 2026, Published online: 23 Feb 2026, pp. 1–15. https://doi.org/10.1080/0309877X.2026.2634035
50. XIAO, L.; H. PYNG; A. AYUB; Z. ZHU; J. GAO and Z. QING. University students' usage of generative artificial intelligence for sustainability: A cross-sectional survey from China. *Sustainability*. 2025, vol. 17, no. 8, art. 3541. https://doi.org/10.3390/su17083541
51. XU, J.; Y. LI; R. SHADIEV and C. LI. College students' use behavior of generative artificial intelligence and its influencing factors. *Education and Information Technologies*. 2025, vol. 30, no. 14, pp 19961-19984. https://doi.org/10.1007/s10639-025-13508-6
52. ZHOU, X.; J. ZHANG and C. CHAN, C. Unveiling Students' Experiences and Perceptions of Artificial Intelligence Usage in Higher Education. *Journal of University Teaching and Learning Practice.* 2024, vol. 21, no. 6. https://doi.org/10.53761/xzjprb23

OPTIMIZAREA SISTEMELOR INTEGRATE DE BIBLIOTECĂ CU AJUTORUL INTELIGENȚEI ARTIFICIALE GENERATIVE: STUDIU DE CAZ CHATGPT ȘI KOHA

THE OPTIMIZATION OF INTEGRATED LIBRARY SYSTEMS USING GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE: A CASE STUDY OF CHATGPT AND KOHA

Lenuța URSACHI, șef serviciu, dr. ing.,
Universitatea „Dunărea de Jos" din Galați
Camelia DĂNILĂ, bibliotecar,
Universitatea „Dunărea de Jos" din Galați

Lenuta URSACHI, PhD Eng., head librarian,
„Dunarea de Jos" University of Galati
ORCID: 0000-0002-6940-5888
e-mail: lenuta.ursachi@ugal.ro
Camelia DANILA, librarian,
„Dunarea de Jos" University of Galati
e-mail: camelia.danila@ugal.ro

CZU: 027.7:004.8
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p344-355

Abstract. The integrated library systems (ILS), such as Koha, serve as the foundation for managing collections and user services in the digital age. The integration of generative artificial intelligence (AI), such as ChatGPT, offers the potential to transform these systems through the automation of user queries, personalized recommendations, and the optimization of administrative processes. This paper grounds the research in a literature review drawn from the Web of Science database. Using the VOSviewer tool, current trends, co-citation networks, and key concepts defining the use of AI in library services are highlighted, providing an overview of integration solutions validated by the scientific community. The practical section of the paper presents the experience of the "Dunărea de Jos" University Library of Galați. Three implementation approaches that optimize library workflows are detailed: Koha Report Assistant for automating the generation of complex SQL queries and integrating them into the Koha reporting module; CatalogerGPT, for assistance in the cataloging process by generating metadata and bibliographic descriptions in MARC21 format; Chatbot GPT for implementing a conversational interface for users, integrated into the OPAC, with the aim of improving reference services. The findings suggest that integrating AI into ILSs such as Koha not only streamlines operations but also enhances the user experience, paving the way for widespread adoption in libraries. AI can serve as a complementary tool to integrated library systems. By responsibly embracing AI, the end-user experience is transformed, demonstrating that university libraries can become advanced technology hubs.

Keywords: artificial intelligence; integrated library systems; ChatGPT; Koha; library services automation; VOSviewer

Introducere

Evoluția accelerată a tehnologiilor digitale care vizează serviciile de informare a determinat bibliotecile să adopte soluții tot mai avansate pentru gestionarea eficientă a resurselor și pentru îmbunătățirea interacțiunii cu utilizatorii. În acest context, sistemele integrate de bibliotecă (*Integrated Library Systems* – ILS) rămân infrastructuri critice pentru administrarea colecțiilor, a circulației documentelor și a proceselor operaționale. Cerințele tot mai complexe privind automatizarea fluxurilor de lucru, creșterea calității metadatelor și furnizarea unor servicii informaționale personalizate au determinat bibliotecile să exploreze noi paradigme tehnologice.

Progresele recente în domeniul IA generative, exemplificate prin modele precum ChatGPT, deschid oportunități semnificative pentru extinderea și optimizarea funcționalităților ILS-urilor. Integrarea IA generative poate facilita automatizarea sarcinilor repetitive, sprijinirea catalogării, generarea de metadate coerente, îmbunătățirea căutării semantice și dezvoltarea unor interfețe conversaționale naturale pentru utilizatori. Koha, unul dintre cele mai utilizate ILS open-source, oferă un cadru flexibil pentru experimentarea și implementarea unor astfel de tehnologii emergente.

Lucrarea de față investighează potențialul combinării sistemului Koha cu instrumente bazate pe IA generativă, având ca scop optimizarea proceselor bibliotecare și crearea unor fluxuri de lucru mai eficiente. Obiectivele principale ale acestui studiu sunt: identificarea unor soluții oferite de IA generativă care pot îmbunătăți funcționarea sistemelor integrate de bibliotecă și analiza modalităților concrete de integrare a ChatGPT într-un mediu Koha, cu accent pe automatizare și sprijin operațional.

Studiul de caz prezentat evidențiază faptul că ChatGPT poate optimiza procesele din cadrul platformei Koha prin automatizarea unor sarcini care consumă timp, îmbunătățirea calității metadatelor, furnizarea unor răspunsuri contextualizate pentru utilizatori și consolidarea interfețelor conversaționale. Deși instrumentele prezentate vin la pachet cu beneficii și provocări, integrarea IA în sisteme precum Koha reprezintă un pas major pentru biblioteci. Prin transformarea lor în biblioteci inteligente acestea vor fi capabile să ofere servicii personalizate, automatizate și eficiente. Este important de menționat faptul că IA nu înlocuiește expertiza bibliotecarilor, ci o potențează, preluând sarcinile repetitive și oferind suport avansat în catalogare, căutare și interacțiune cu utilizatorii. În același timp, adoptarea acestor tehnologii necesită o strategie atentă, o evaluare riguroasă a riscurilor și o investiție continuă în formarea personalului și protejarea datelor.

I. Analiza literaturii de specialitate

Pentru o analiză aprofundată a temei privind integrarea ChatGPT în serviciile de bibliotecă am interogat baza de date Web of Science cu scopul de a determina stadiul actual al cercetării științifice. Protocolul de căutare configurat a fost următorul:

1. Baza de date: Web of Science Core Collection
2. Strategia de căutare: ChatGPT AND library

3. Tipuri de documente: Article, Proceeding Paper, Review Article, Early Access, Editorial Material, Book Chapters, Book review
4. Data de publicare: 2022-2026

Din această analiză, 326 de lucrări tratează subiectul din acest studiu, acestea încadrându-se, în principal, în domeniile de cercetare *Information Science Library Science* (121 lucrări) și *Computer Science* (168 lucrări). Lista de rezultate a fost filtrată după tipul de document și conține 211 articole științifice, 59 lucrări de conferință, 37 articole de sinteză, 19 publicații cu acces anticipat, 18 materiale editoriale, 7 capitole de carte și 1 recenzie de carte. Filtrul privind data de publicare a fost aplicat pentru perioada 2022-2026 pentru a obține rezultate cât mai relevante, ținând cont de data lansării serviciului ChatGPT (noiembrie 2022). Numărul de publicații variază de la un an la altul, trendul fiind unul ascendent (2022 – 1 lucrare, 2023 – 49 lucrări, 2024 – 120 lucrări, 2025 – 132 lucrări, 2026 – 24 lucrări). Lucrările publicate pe acest subiect se regăsesc într-un număr mare de publicații: *Library trends* (8 articole), *Journal of Web Librarianship* (6 articole), *Journal of Librarianship and Information Science* (5 articole), *Lecture Notes in Computer Science* (5 articole), *Proceedings of the IEEE ACM 46th Internationals Conference on Software Engineering IGSE 2024* (5 articole) etc.

Pe baza rezultatelor obținute în Web of Science am realizat o analiză bibliometrică utilizând cuvintele-cheie prin intermediul softului VOSviewer. Pentru a configura rețeaua de cuvinte-cheie am folosit următoarele opțiuni:

1. Tipul de analiză: Co-occurence
2. Unitatea de analiză: All keywords
3. Metoda de numărare: Full counting
4. Numărul minim privind frecvența unui cuvânt-cheie: 5

Din cele 1228 cuvinte-cheie, 38 apar menționate de cel puțin 5 ori în cele 326 lucrări selectate pentru această analiză. Pentru fiecare dintre cele 38 cuvinte-cheie s-a calculat puterea totală a legăturilor de co-ocurență cu alte cuvinte-cheie. Dintre acestea, au fost selectate cuvintele-cheie cu cea mai mare putere totală a legăturilor. Au fost eliminate 14 cuvinte-cheie, deoarece se repetau, erau la forme diferite de plural/singular, sinonime sau abreviate.

Rețeaua de frecvență (*co-occurrence*) a cuvintelor-cheie evidențiază că legăturile cele mai puternice ale termenului ChatGPT (frecvență 155, putere totală a legăturii 205) sunt cu termenii *artificial intelligence* (frecvență 109, putere totală a legăturii de 164), *large language models* (frecvență 45, putere totală a legăturii 67) și *generative ai* (frecvență 29, putere totală a legăturii 54). Rețeaua are 7 clustere, 24 termeni și 107 legături. Primul cluster cuprinde 6 termeni (evidențiat cu culoarea roșie în figura 1) ce sunt concentrați în jurul termenului *generative ai*. Remarcăm aici termeni precum *ai literacy*, *digital libraries, ethics, information literacy* și *libraries*. Al doilea cluster (evidențiat cu culoarea verde) cuprinde 6 termeni grupați în jurul lui *chatgpt*: *artificial intelligence*, *higher education*, *machine learning, plagiarism* și *systematic review*. Al treilea cluster organizează termenii în jurul lui *chatbots* și cuprinde: *education* și *natu-*

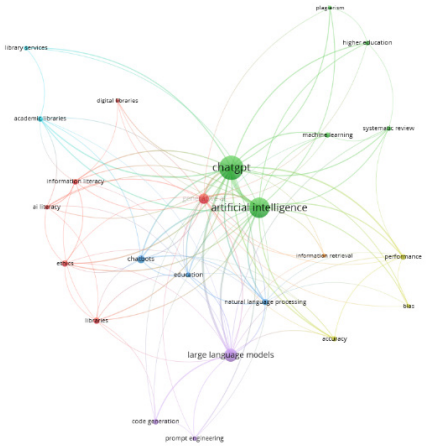


Figura 1. Rețeaua de frecvență privind ChatGPT în biblioteci
Sursa: VOSviewer

ral language processing. Clusterul patru, de culoare galbenă, se raportează la *accuracy*, *bias* și *performance*. Al cincilea cluster (evidențiat cu culoarea mov) cuprinde 3 termeni grupați în jurul lui *large language models*, *code generation* și *prompt engineering*. Al șaselea cluster, de culoare turcoaz, cuprinde termeni-cheie precum *academic libraries* și *library services.* Al șaptelea cluster cuprinde termenul *information retrieval.*

Analiza bibliometrică demonstrează că ChatGPT este strâns legat de termenii *artificial intelligence, large language models, generative ai* și este integrat în biblioteci pentru a optimiza regăsirea informației (*information retrieval*), interacțiunea cu utilizatorul *(chatbots*) și cultura informației (*information literacy, ethics*). De asemenea, bibliotecarii promovează alfabetizarea IA (*ai literacy*) în rândul utilizatorilor pentru a răspunde preocupărilor legate de instrumentele generative [6, 1].

II. Soluții de integrare ChatGPT în sistemul integrat de bibliotecă Koha

ChatGPT se bazează pe un model lingvistic (*language model*), care folosește rețele neuronale de tip *transformer* pentru a analiza cantități uriașe de text și a genera răspunsuri prin învățare iterativă [5, 12]. Antrenarea acestor modele de IA necesită volume foarte mari de date și resurse computaționale semnificative. Testele efectuate au demonstrat că modelele IA nu sunt perfecte și pot oferi uneori răspunsuri eronate sau neadecvate.

Serviciul ChatGPT a fost lansat de OpenAI în noiembrie 2022. Prima versiune a modelului, GPT-1, a fost publicat încă din 2018. Fiecare nouă iterație a ChatGPT a reprezentat o etapă distinctă în evoluția sa tehnologică (fig. 2). De la capacitatea inițială de generare fluentă a textului, modelul a progresat către rezolvarea structurată a problemelor.

Koha este primul sistem integrat de bibliotecă open-source, utilizat pe scară largă (peste 15000 de implementări la nivel global [7]). Comunitatea Koha se constituie într-un ecosistem colaborativ robust, care include peste 400 de dezvoltatori și

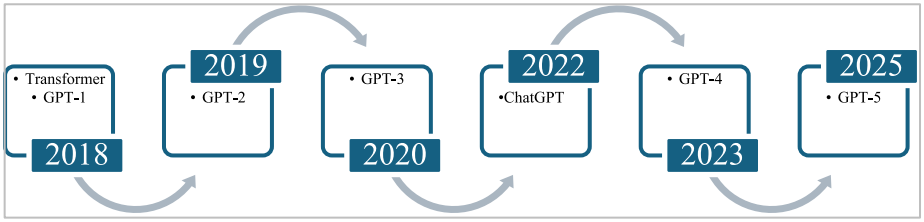


Figura 2. Evoluția ChatGPT
Sursa: Forbes [8]

peste 40 de companii implicate activ în procesul de mentenanță și dezvoltare. Acești actori contribuie în mod sistematic la identificarea și remedierea disfuncționalităților, precum și la implementarea de îmbunătățiri continue ale platformei, asigurând astfel evoluția sustenabilă și interoperabilitatea sistemului. Conferința Koha (KohaCon) are o tradiție bine consolidată, prima sa ediție fiind organizată în anul 2010. Sistemul Koha beneficiază de un ciclu de actualizare bianual, cu versiuni publicate în lunile mai și noiembrie, fiecare lansare incluzând corectarea erorilor identificate și îmbunătățiri aduse modulelor existente (sau chiar module noi).

Integrarea IA în sistemele integrate de bibliotecă poate transforma peisajul serviciilor de bibliotecă. Odată cu dezvoltarea unor modele lingvistice sofisticate, precum ChatGPT, bibliotecile au oportunitatea de a explora noi modalități de a îmbunătăți interacțiunile cu utilizatorii, de a eficientiza operațiunile și de a optimiza procesul de regăsire a informațiilor.

II.1. Koha Report Assistant

Koha Report Assistant este instrumentul IA oferit de Agence Française Informatique și poate fi testat din contul OpenAI la adresa: https://chatgpt.com/g/g-Uy73aJR6R-koha-report-assistant. Cu ajutorul lui, bibliotecarii pot fi asistați în crearea de rapoarte de bibliotecă folosind limbajul SQL. Caracteristicile cheie includ [3]:

- *interogare în limbaj natural* – bibliotecarul poate formula cerințele privind raportul într-un limbaj natural, iar asistentul virtual generează automat interogarea SQL corespunzătoare, eliminând necesitatea unor competențe tehnice avansate din partea personalului bibliotecii;
- *rafinare incrementală a interogărilor* – asistentul virtual oferă sugestii de filtre și categorii relevante, permițând dezvoltarea treptată și ajustarea precisă a interogărilor până la obținerea rezultatului dorit;
- *flexibilitate terminologică* – asistentul virtual poate interpreta corect o varietate de termeni utilizați în biblioteconomie (de exemplu, patroni, utilizatori), asigurând furnizarea unor rezultate pertinente indiferent de variațiile lexicale;
- *gestionarea eficientă a erorilor* – în situația în care un raport generat returnează erori în Koha (cazul segmentelor de cod învechite din biblioteca de ra-

poarte), mesajul de eroare poate fi retransmis către asistentul virtual pentru generarea unei soluții corective.

Koha Report Assistant este disponibil public și poate fi testat din versiunea gratuită de ChatGPT, fără costuri suplimentare. Asistentul virtual nu accesează și nu procesează datele din biblioteca locală, atenuând riscurile de securitate sau de protecție a datelor. Ca și în cazul celorlalte modele lingvistice de mari dimensiuni, rezultatele necesită verificarea de către un utilizator experimentat pentru a garanta acuratețea și relevanța lor. Open Fifth, o companie britanică cu expertiză în implementarea și asistența tehnică privind softurile open source, pune la dispoziție un ghid video pe platforma YouTube care descrie modul de exploatare a acestui instrument (Koha LMS: AI Report Assistant ChatGPT, https://www.youtube.com/watch?v=ygXkoCr84Ow).

La Biblioteca Universității „Dunărea de Jos" din Galați a fost testată capacitatea lui Koha Report Assistant pentru a genera un raport SQL. Pentru acest lucru, am completat în interfața ChatGPT următorul *prompt*: „Afișează lista titlurilor care să conțină următoarele date: biblio id, biblio.title, local call number=090$a și numerele de inventar pentru fiecare titlu separate într-o celulă prin |; aplică filtru Framework și ordonează lista după coloana *local call number* pentru cote de tipul: I 123456, II 123456, III 123456, IV 123456, V 123456?". Raportul SQL generat de Koha Report Assistant este ilustrat în figura 3 și include explicații legate de concatenarea numerelor de inventar, extragerea cotei de format și sortarea inteligentă după coloana „local call number". Suplimentar, asistentul virtual semnalează posibile probleme și soluții (limita de caractere pentru MySQL, titlurile fără exemplare deținute, titlurile care au cote existente) și pune la dispoziție o variantă optimizată a raportului SQL.

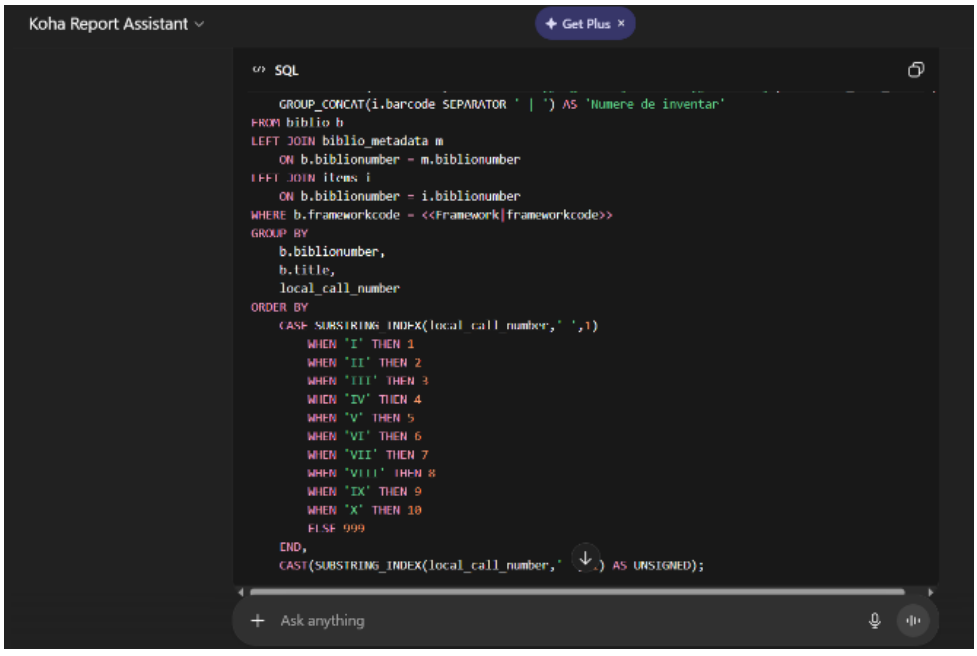


Figura 3. Raportul SQL generat de Koha Report Assistant
Sursa: ChatGPT-Koha Report Assistant

Varianta finală a raportului SQL a fost inserată într-un raport nou, în interfața bibliotecar Koha, în modulul Reports. După salvarea și executarea raportului a fost depistată eroarea „Errors found when processing parameters for report: FramewErrors found when processing parameters for report". Textul acestei erori a fost copiat din Koha și inserat înapoi în sesiunea de chat din Koha Report Assistant. Asistentul virtual a identificat cauza probabilă, a sugerat trei soluții pentru corectarea raportului și a recomandat verificarea sistemului Koha (în cazul exemplului descris, existența parametrului framework, scrierea corectă a codurilor pentru acest parametru, scrierea corectă a parametrului).

Comunitatea Koha pune la dispoziție o colecție extinsă de rapoarte SQL, accesibilă în internet la adresa https://wiki.koha-community.org/wiki/SQL_Reports_Library. Orice raport SQL nou creat poate fi ulterior diseminat către întreaga comunitate, prin platforma Koha Community Mattermost, facilitând reutilizarea lui și contribuind la diminuarea eforturilor redundante, precum și a consumului asociat de resurse.

II.2. CatalogerGPT

CatalogerGPT, pus la dispoziție de Glen A. Greenly, poate fi testat din contul OpenAI la adresa: https://chatgpt.com/g/g-8ymg1Ftwo-catalogergpt. Acest instrument inovator și specializat, a fost creat pentru a valorifica pe deplin potențialul IA ca asistent al catalogatorului, facilitând elaborarea de înregistrări MARC. Dintre caracteristicile principale menționăm [4]:

- generarea de înregistrări de catalog în format MarcEdit – datele de intrare acceptate sunt: text, imagini, fișiere PDF;
- sugerarea de subiecte preluate din fișierele de autoritate ale Bibliotecii Congresului;
- verificarea și identificarea eventualelor erori dintr-o înregistrare MARC;
- sugerarea de clasificări LC și Dewey.

Richard Brzustowicz examinează modul în care ChatGPT poate sprijini catalogarea în biblioteci, o activitate recunoscută pentru complexitatea și consumul mare de timp. Testele efectuate cu ChatGPT pentru a produce înregistrări MARC conform standardelor RDA s-au dovedit destul de precise, incluzând elemente bibliografice esențiale (titlu, autor, editor, dată de publicare) chiar și pentru publicații neidentificate în WorldCat [1, 20-21]. Pe de altă parte, în recenzia „ChatGPT not Useful as a Tool to Streamline Library Cataloguing Processes", se semnalează faptul că ChatGPT introduce erori semnificative în înregistrările MARC create, ceea ce impune catalogatorilor să aloce timp suplimentar pentru corectarea înregistrărilor [9, 146].

Studiul lui Gamage și Wanigasooriya investighează potențialul inteligenței artificiale generative (*Generative Artificial Intelligence* – GAI), în special ChatGPT4, în îmbunătățirea proceselor de descriere bibliografică în bibliotecile universitare din Sri Lanka, având ca obiectiv creșterea eficienței, acurateței și conformității cu standarde

precum MARC21, AACR2 și RDA [2, 227]. Cercetarea este calitativă și utilizează 49 de prompturi organizate în 10 sarcini, incluzând și un GPT personalizat – CAT-MELK, creat pentru generarea automată de înregistrări, conform standardului RDA, din imagini (copertă, pagina de titlu, copyright) [2, 235]. Dintre cele mai importante rezultate ale acestui studiu menționăm faptul că ChatGPT:

- a extras corect metadate având ca reper ISBN-ul, pentru materiale în limba engleză, dar a avut dificultăți semnificative la titluri în alte limbi;
- a transformat imagini conținând pagini de titlu, coperți sau fișe de catalog în înregistrări MARC21 conform RDA, dar pot apărea probleme pentru OCR-izările în limbi locale;
- a creat înregistrări conform RDA din fișe de catalog scrise de mână, demonstrând abilități de raționament și filtrare a informațiilor nerelevante.

Deși rezultatele obținute sunt promițătoare, există diferențe vizibile între înregistrările generate de IA și cele realizate de catalogatorii profesioniști, fapt ce necesită o supervizare umană. Pentru a asigura acuratețea și corectitudinea înregistrărilor bibliografice generate de IA, catalogatorii trebuie să aibă în vedere limitările și potențialele părtiniri/erori (preia date eronate sau părtinitoare din bazele de date pe care le interoghează) [1, 5].

La Biblioteca Universității „Dunărea de Jos” din Galați au fost efectuate teste pentru a genera înregistrări MARC21 pornind de la următoarele date de intrare: ISBN și descriere ISBD. În cazul primului scenariu am folosit următorul *prompt*: „generează o înregistrare bibliografică folosind formatul MARC21 și ISBN 9789287198747”. Asistentul virtual nu a putut procesa această solicitare întrucât „ISBN 9789287198747 nu apare în bazele bibliografice uzuale accesibile public (WorldCat, Google Books, librării comerciale etc.). Fără informații suplimentare (titlu, autor, editură sau pagini

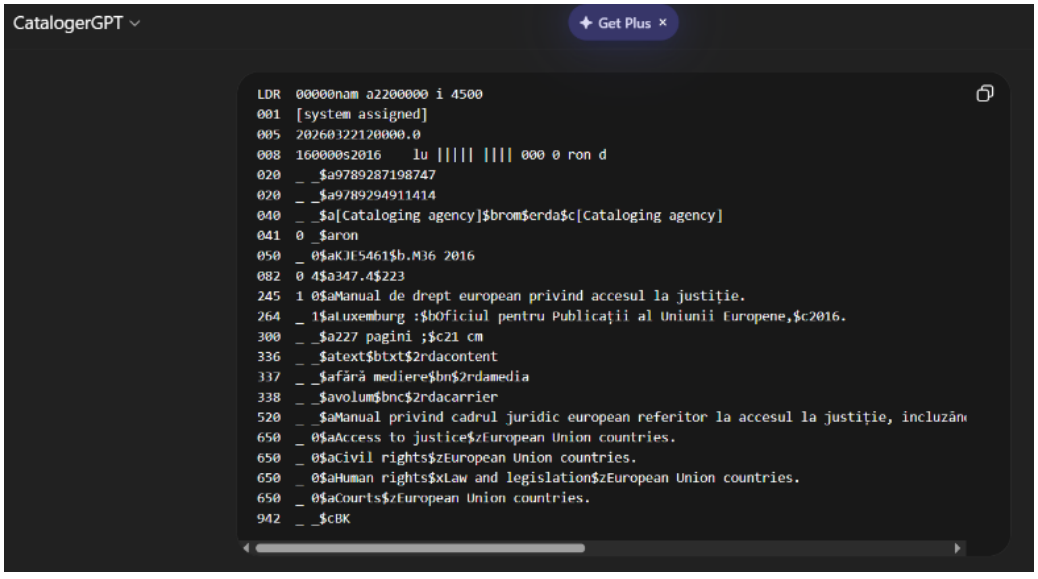


Figura 4. Generare înregistrare MARC21 în CatalogerGPT
Sursa: ChatGPT-CatalogerGPT

din carte) nu se pot determina corect câmpurile MARC precum 245 (titlu), 264 (publicare), 300 (descriere fizică), 650 (subiecte) sau clasificările LCC/DDC". În figura 4 este ilustrat al doilea scenariu, cel legat de descrierea ISBD. În acest caz, am folosit *promptul*: „Generează înregistrarea folosind descrierea ISBD: Manual de drept european privind accesul la justiție - Luxemburg: Oficiul pentru Publicații al Uniunii Europene, 2016 - 227 p.; 21 cm". Asistentul virtual a generat înregistrarea MARC21 completând câmpurile: 020 (ISBN), 041 (limba), 082 (clasificarea Dewey), 090 (cota), 245 (titlul), 264 (datele de publicare), 300 (descrierea materială), 520 (sumarul) și 650 (subiectul). Pentru versiunea finală a înregistrării MARC21 am solicitat mai multe modificări: eliminarea semnului „=" din fața fiecărui câmp, înlocuirea semnului „\" cu semnul „_" din zona indicatorilor. La pasul următor, textul înregistrării MARC21 generat cu CatalogerGPT a fost copiat și inserat în interfața bibliotecar Koha prin adăugarea unei noi înregistrări în modulul Cataloging, folosind Advanced editor.

Testele efectuate demonstrează faptul că instrumentul CatalogerGPT poate fi valoros pentru activitatea catalogatorilor dacă sunt clarificate, în prealabil, următoarele aspecte:

- modalitățile optime de formulare a unei solicitări pentru obținerea unei înregistrări MARC21 bine structurată din partea ChatGPT;
- identificarea câmpurilor și indicatorilor care necesită verificare atentă înainte de importul înregistrării în sistemul local;
- procedurile recomandate pentru copierea și adaptarea înregistrării MARC21 în editorul avansat Koha;
- recunoașterea celor mai frecvente erori de catalogare și strategiile adecvate de evitare a acestora;
- metode eficiente de economisire a timpului și de îmbunătățire a calității înregistrărilor bibliografice.

Utilizarea CatalogerGPT trebuie gestionată cu atenție. Așa cum afirmă și Brzustowicz este necesară revizuirea umană, monitorizarea biasului, actualizarea datelor, respectarea drepturilor de autor [1, 6-7].

II.3. Chatbot GPT

Studiul realizat de Ponera și Kyumana analizează modul în care ChatGPT poate fi integrat în serviciile de referințe ale bibliotecilor universitare, evidențiind atât oportunitățile, cât și provocările acestui proces. În legătură cu utilizarea chatboților în serviciile de referințe, autorii subliniază că aceștia pot fi împărțiți în două categorii [10, 2]:

- *chatboți bazați pe reguli prestabilite*, care operează strict în limitele seturilor de instrucțiuni furnizate de programatori; funcționalitatea acestor agenți conversaționali este rigidă, iar capacitatea lor de a răspunde adecvat este restrânsă la comenzile pentru care au fost explicit configurați; orice abatere a utilizatorului de la instrucțiunile așteptate determină, de regulă, apariția unor răspunsuri eronate sau irelevante.

- *chatboți fundamentați pe algoritmi de învățare automată*, capabili să proceseze limbajul natural (*Natural Language Processing* – NLP) și să interpreteze nu doar comenzi precise, ci și intențiile și contextul conversațional; acești agenți utilizează modele complexe de inteligență artificială care își adaptează răspunsurile în funcție de ceea ce li se comunică (un astfel de exemplu este ChatGPT).

Autorii studiului subliniază faptul că instituțiile ar trebui să elaboreze politici clare privind utilizarea inteligenței artificiale, cu scopul de a asigura aplicarea etică a acestei tehnologii atât de către bibliotecari, cât și de către utilizatori [10, 9]. Astfel de politici ar funcționa ca un cadru de orientare pentru integrarea responsabilă a ChatGPT în bibliotecile universitare și ar trebui să includă explicit sancțiunile asociate eventualelor abateri. Dacă există o astfel de politică la nivel instituțional, s-ar simplifica procesul de luare a deciziilor privind integrarea ChatGPT în serviciile de bibliotecă.

Ca și în cazul celorlalte soluții IA prezentate, chatbotul nu poate substitui complet bibliotecarul de referințe, fiind doar un nou punct de acces [6, 4]. Printre responsabilitățile bibliotecarului de referințe se numără instruirea utilizatorilor cu privire la utilizarea etică a tehnologiei, precum și orientarea lor în procesul de căutare, recuperare și evaluare a informațiilor generate de sistem. De asemenea, bibliotecarul de referințe joacă rolul de intermediar în situațiile în care ChatGPT nu oferă răspunsuri adecvate, ceea ce îl poziționează ca actor esențial în procesul de integrare a acestei tehnologii în bibliotecile universitare și nu numai [10, 10].

Integrarea ChatGPT în sistemul Koha se realizează prin conectarea API-urilor și dezvoltarea unui serviciu intermediar care permite comunicarea între catalogul bibliotecii și modelul AI. Pentru această integrare se utilizează mai multe limbaje de programare. Perl este limbajul principal în care este dezvoltat Koha și poate fi folosit pentru dezvoltarea de pluginuri sau pentru modificări interne. JavaScript este utilizat pentru crearea interfeței chatbotului în OPAC, iar Python sau Node.js pot fi folosite

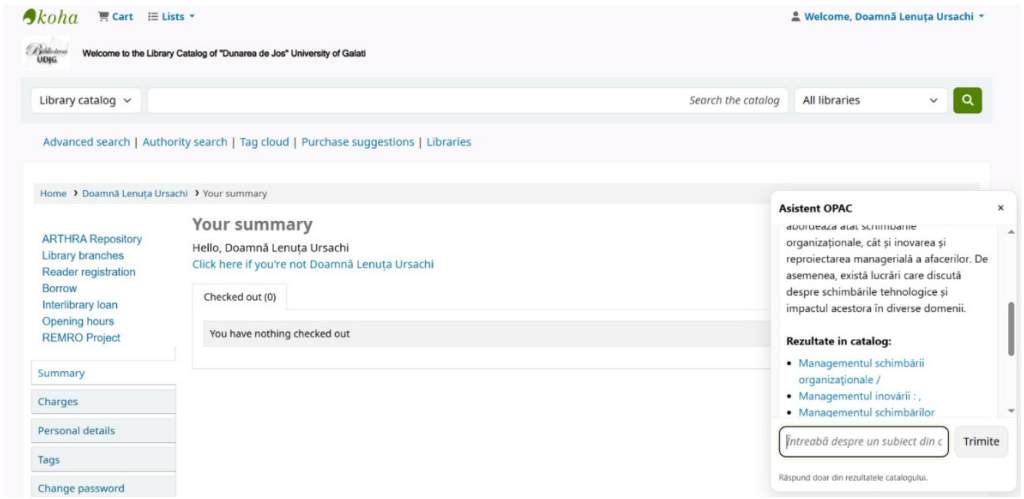


Figura 5. Exemplu de interogare ChatGPT în Koha OPAC

pentru dezvoltarea unui serviciu intermediar care conectează API-ul Koha cu API-ul ChatGPT. De asemenea, HTML și CSS sunt folosite pentru integrarea vizuală a chatbotului în pagina catalogului. Limbajul de programare trebuie adaptat la: versiunea Koha, modul de autentificare (API kei/cookie/IP) și structura exactă a API-ului Koha din biblioteca respectivă.

Exemplele de implementare practică a integrării ChatGPT în Koha se referă la dezvoltarea unui chatbot în OPAC care permite utilizatorilor să caute cărți în limbaj natural și să afle rapid disponibilitatea acestora. Sistemul poate oferi și recomandări de lectură pe baza preferințelor utilizatorilor, poate ghida utilizatorii în utilizarea catalogului (căutări, rezervări, reînnoiri) și poate trimite notificări automate, cum ar fi reamintiri pentru restituirea documentelor împrumutate.

La Biblioteca Universității „Dunărea de Jos" din Galați a fost testată integrarea ChatGPT în Koha cu scopul de a facilita accesul rapid la informațiile din catalog (fig. 5). Solicitarea a constat în realizarea unei liste de cărți care tratează subiectul „managementul resurselor umane". Pentru a valida rezultatele afișate, lista generată de asistentul virtual a fost verificată de bibliotecar folosind funcția de căutare din Koha. Rezultatele obținute de bibliotecar au fost aceleași cu cele oferite de ChatGPT.

Concluzii

Integrarea IA generative în sistemele integrate de bibliotecă reprezintă una dintre cele mai promițătoare direcții de inovare în domeniul biblioteconomie și științei informării. Rezultatele acestui studiu evidențiază că IA generativă poate aduce beneficii semnificative în ceea ce privește eficiența operațională, consistența datelor și calitatea serviciilor oferite de bibliotecă. Totuși, utilizarea acestor tehnologii necesită o abordare atentă, având în vedere limitările tehnice actuale, riscurile legate de acuratețea informațiilor, potențialele probleme de confidențialitate și importanța validării umane în procesele critice.

În concluzie, IA generativă nu înlocuiește expertiza bibliotecarilor, ci o amplifică, oferind noi instrumente pentru gestionarea informației și dezvoltarea serviciilor. Integrarea adecvată între capabilitățile ChatGPT și expertiza bibliotecarului va fi cheia succesului. Implementarea strategică a IA în sisteme precum Koha poate reprezenta un pas important în evoluția infrastructurilor bibliotecare, contribuind la crearea unor medii mai inteligente, mai accesibile și orientate către nevoile utilizatorilor.

BIBLIOGRAFIE

1. BRZUSTOWICZ, R. From ChatGPT to CatGPT: The implications of artificial intelligence on library cataloging. *Information Technology and Libraries*. 2023, vol. 42, nr. 3, pp. 1–22. https://doi.org/10.5860/ital.v42i3.16295. Disponibil: https://ital.corejournals.org/index.php/ital/article/view/16295 [accesat 2026-03-17]
2. GAMAGE, R. și P. WANIGASOORIYA. Using Generative AI for Bibliographic Description: A Study with ChatGPT 4. *Journal of the University Librarians Association of Sri*

Lanka. 16 octombrie 2024, vol. 27, nr. 2, p. 227–256. DOI 10.4038/jula.v27i2.8083. Disponibil: https://jula.sljol.info/articles/10.4038/jula.v27i2.8083 [accesat 2026-03-17]

3. GOLDSMITH, S. What's on our mind: Exploring AI in open source library software. *Open Fifth*. Online. 7 May 2025. Disponibil: https://openfifth.co.uk/whats-on-our-mind-exploring-ai-in-open-source-library-software/ [accesat 2026-03-27]
4. GREENLY, G. *CatalogerGPT*. Online. Disponibil: https://glengreenly.wixsite.com/catalogergpt [accesat 2026-3-27]
5. HATTENHAUER, R. *ChatGPT & Co: a workbook for writing, research, creating images, programming, and more*. Boca Raton : CRC Press, Taylor & Francis Group, 2025. ISBN 978-1-032-79952-0.
6. HAZARIKA, H. J. și P. K. KONCH. LibraryGPT: Bridging AI and academic libraries with tawk and machine learning integration. *Library Hi Tech News*. Online. 23 iulie 2025. DOI 10.1108/LHTN-05-2025-0085. Disponibil: https://www.emerald.com/lhtn/article-abstract/doi/10.1108/LHTN-05-2025-0085/1269620/LibraryGPT-Bridging-AI-and-academic-libraries-with [accesat 2026-2-23]
7. Koha LMS. *Open Fifth*. Online. 15 martie 2026. Disponibil: https://openfifth.co.uk/products/koha-lms/ [accesat 2026-03-15]
8. MARR, B. A short history of ChatGPT: how we got to where we are today. *Forbes*. Online. 19 mai 2023. Disponibil: https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2023/05/19/a-short-history-of-chatgpt-how-we-got-to-where-we-are-today/ [accesat 2026-03-27]
9. MILLER-NESBITT, A. ChatGPT not Useful as a Tool to Streamline Library Cataloguing Processes. *Evidence Based Library and Information Practice*. 14 iunie 2024, vol. 19, nr. 2, pp. 145–147. DOI 10.18438/eblip30524. Disponibil: https://journals.library.ualberta.ca/eblip/index.php/EBLIP/article/view/30524 [accesat 2026-03-27]
10. PONERA, J. M. și V. KYUMANA. Adopting ChatGPT in academic library reference services: Challenges and opportunities. *Alexandria: The Journal of National and International Library and Information Issues*. 11 ianuarie 2026, pp. 1-14. DOI 10.1177/09557490251414716. Disponibil: https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/09557490251414716 [accesat 2026-03-17]

BIBLIOTECA DIGITALĂ A CENTRULUI UNIVERSITAR PITEȘTI – RESURSE MODERNE ÎN SPRIJINUL PROCESULUI EDUCAȚIONAL DIGITAL

LIBRARY OF PITEȘTI UNIVERSITY CENTER – MODERN RESOURCES IN SUPPORT OF THE EDUCATIONAL PROCESS

Tatiana Adriana OPRESCU, șef serviciu,
Biblioteca Centrului Universitar Pitești

Tatiana Adriana OPRESCU, Head of the Library Service
of Pitești University Center
e-mail: tatiana.oprescu@upb.ro

CZU: 027.7:004.738.5:37.018.43
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p356-362

Abstract. The article examines the role and efficiency of the Digital Library of Pitești University Center as a modern tool for supporting the educational process, tracking the degree to which it has met its established objectives. By integrating information resources, information and communication technologies and users into an organized system, the digital library is conceived as a complex structure, and not just as a simple collection of electronic documents. The value of a digital library lies in its ability to cover the entire information life cycle - from creation and dissemination, to use, preservation and generation of knowledge - thus contributing to the efficiency of the educational process and facilitating access to information.

Keywords: digital library, digitization, electronic equipment, RFID technology, accessibility, visibility, NRRP project

Biblioteca Centrului Universitar Pitești, cu o tradiție neîntreruptă de 64 de ani, reprezintă o componentă esențială a sistemului de învățământ universitar din Argeș, asigurând suportul necesar pentru informare, formare și documentare, atât în procesul de aprofundare a studiilor, cât și în activitatea de cercetare.

În evoluția sa, biblioteca a parcurs un proces continuu de transformare, trecând de la modelul tradițional la cel modern și de la o bibliotecă de facultate la o bibliotecă universitară cu profil pluridisciplinar, odată cu diversificarea colecțiilor. Sub influența contextului social și a nevoilor academice în schimbare, instituția a cunoscut numeroase modificări, fiind susținută constant de comunitatea academică și de toți cei care valorizează rolul bibliotecii. Acest parcurs a evidențiat necesitatea reevaluării statutului bibliotecii și a condus, în mod firesc, la dezvoltarea și integrarea resurselor și infrastructurii specifice, inclusiv a spațiilor adecvate de lectură, depozitare și dezvoltare, precum și a echipamentelor tehnologice necesare, facilitând astfel tranziția către o bibliotecă digitală.

Datorită provocărilor majore cu care s-a confruntat comunitatea educațională și științifică la nivel global, Biblioteca Centrului Universitar Pitești a adoptat o strategie concentrată pe dezvoltarea și consolidarea resurselor digitale. În contextul

transformărilor digitale, biblioteca a pus accent pe crearea și extinderea conținutului digital pentru a răspunde în mod eficient nevoilor studenților, cadrelor didactice și cercetătorilor, facilitând astfel accesul rapid și facil la informație, cercetare și studiu.

Deoarece ne confruntăm cu un trend descendent al numărului de utilizatori, pe lângă activitățile specifice de bibliotecă, reflectate în catalogul online, am inițiat, încă din anul 2021, o nouă activitate, și anume digitizarea publicațiilor. Scopul acestei activități a fost de a îmbunătăți accesul la colecțiile și serviciile Bibliotecii Centrului Universitar Pitești, precum și calitatea acestora. Totodată, activitatea are ca obiectiv atragerea utilizatorilor, întrucât, asemenea tuturor bibliotecilor, ne confruntăm cu scăderea interesului pentru studiul în formă clasică. Digitizarea documentelor oferă posibilitatea accesării de la distanță a publicațiilor din patrimoniul bibliotecii și contribuie la creșterea accesibilității colecțiilor.

Evoluția acestei activități evidențiază o creștere constantă a conținutului digital, fapt reflectat în numărul tot mai mare de pagini aferente publicațiilor digitizate (cărți, periodice, articole, cuprinsuri etc.), așa cum reiese din datele prezentate în tabel.

Tabel 1. Publicații digitizate (cărți, periodice, articole, cuprinsuri etc.) – număr pagini

An	*Publicații de tip carte digitizate*	*Publicații de tip serial digitizate*	*Articole digitizate*	*DHC digitizate*	*Coperți*	*Autografe*	*Cuprinsuri*	*Scanare utilizatori*
2021	255080	5436	1759	0	10352	10	34592	17029
2022	313046	10735	222	72	7211	66	20191	9666
2023	261074	23125	191	188	6617	31	19458	9760
2024	249100	46038	291	0	6088	158	25029	12773
2025	277817	45111	559	0	8057	26	29438	16193

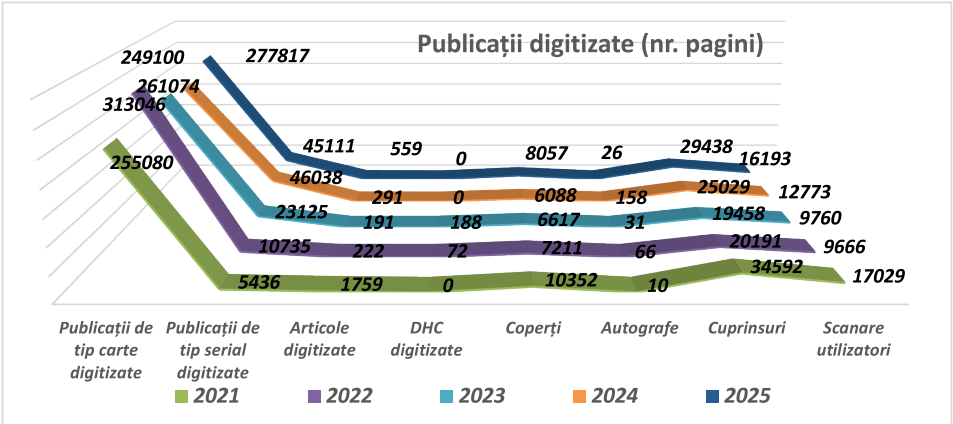


Figura 1. Evoluția numărului de pagini digitizate

Analiza datelor prezentate evidențiază o creștere constantă a volumului de publicații digitizate, exprimat prin numărul de pagini procesate. Se observă că, începând

cu anul inițiat al activității de digitizare, valorile înregistrează o evoluție ascendentă, indicând extinderea progresivă a conținutului digital din cadrul Bibliotecii Centrului Universitar Pitești.

Această dinamică reflectă atât consolidarea procesului de digitizare, cât și orientarea bibliotecii către facilitarea accesului la resurse informaționale în format digital. Creșterea numărului de pagini digitizate sugerează o eficientizare a fluxului de lucru și o capacitate sporită de valorificare a colecțiilor existente, contribuind la diversificarea și dezvoltarea patrimoniului digital.

Prin procesul de digitizare a colecțiilor de documente și crearea unei Biblioteci Digitale, se realizează o serie de beneficii esențiale pentru promovarea valorilor naționale și pentru dezvoltarea culturii informaționale. Această inițiativă contribuie semnificativ la păstrarea și valorificarea patrimoniului cultural, asigurând conservarea digitală a documentelor rare și fragile, precum și facilitarea accesului rapid și universal la aceste resurse.

De asemenea, Biblioteca Digitală facilitează diseminarea informației, făcând colecțiile accesibile unui public larg, indiferent de locație sau resurse financiare, ceea ce duce la o răspândire mai eficientă a valorilor naționale și a informațiilor relevante pentru societate. În plus, această platformă digitală permite o valorizare superioară a colecțiilor, atât la nivel național, cât și internațional, prin extinderea vizibilității și promovarea patrimoniului cultural românesc pe scene globale.

Prin utilizarea tehnologiilor moderne, Biblioteca Digitală devine un instrument esențial pentru educație, cercetare și promovare culturală, contribuind la dezvoltarea unei societăți informaționale moderne, competitive și bine informate. Astfel, investiția în digitizarea și promovarea colecțiilor prin intermediul Bibliotecii Digitale reprezintă un pas crucial în conservarea și valorificarea patrimoniului național, asigurând accesibilitate, durabilitate și recunoaștere internațională a valorilor culturale românești.

Tabel 2. Componentele Bibliotecii Digitale ale Centrului Universitar Pitești

Componente	Nr. publicații la sfârșitul anului 2025
Publicații digitizate	5340
Publicații digitale	597
Publicații periodice electronice	483
Publicații periodice digitale	130
Publicații periodice digitizate	1157
Articole digitizate	765
Articole digitale	48
Publicații apărute la Editura Universității din Pitești	1098
Publicații apărute la Editura Universității "Transilvania" din Brașov	157

Componente	Nr. publicații la sfârșitul anului 2025
Publicații OSIM	305
Publicații reprezentative zonei Argeș - Muscel	277
Honoris Causa UPIT	56
Manuscrise digitizate	4
Cursuri universitare IFR	177
Autori greci antici	12
Publicații UE prin CDE UPIT	102
Publicații din cultura și civilizația japoneză	42
Bibliografii în format digital	5980

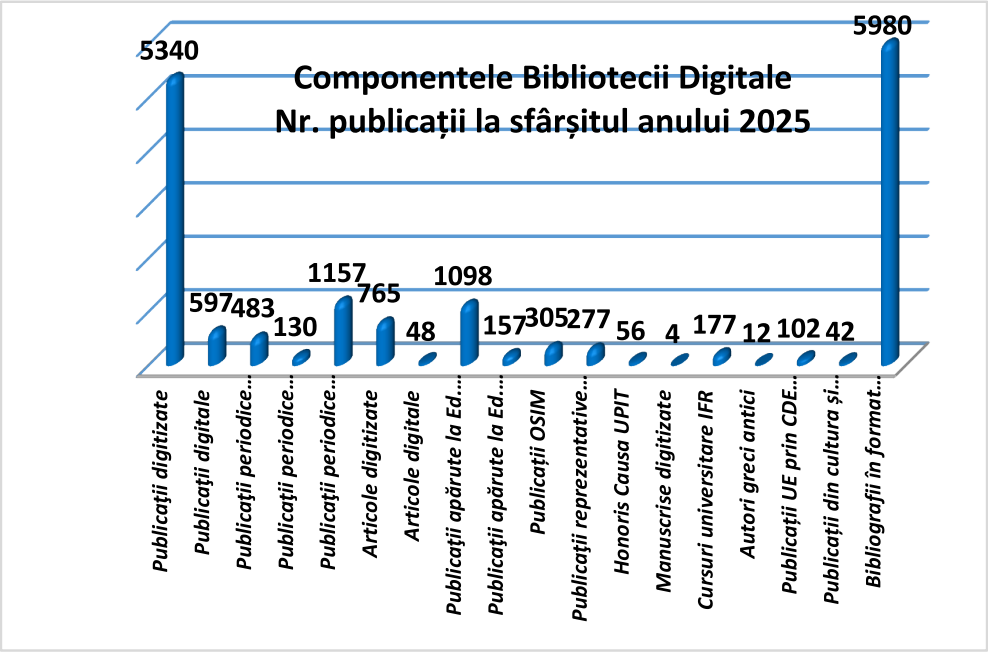


Figura 2. Evoluția componentelor

Biblioteca Digitală reprezintă o resursă esențială în era digitală, oferind acces la o gamă largă de publicații și materiale în format electronic, facilitând procesul de învățare și cercetare. În cadrul acestei biblioteci digitale, se regăsesc diverse tipuri de documente, precum cursuri universitare, materiale de îndrumare pentru laboratoare și sezinarii, reviste științifice, articole din publicații de specialitate, precum și lucrări bibliografice provenind de la diferite edituri. Aceste resurse sunt integrate atât în bibliografia obligatorie, cât și în cea suplimentară pentru fiecare disciplină în parte, fiind alocate pentru programele de licență, masterat și doctorat. În plus, bibliografia pentru examenul de finalizare a studiilor este inclusă în metodologia de examinare, aprobată anual de către instituție.

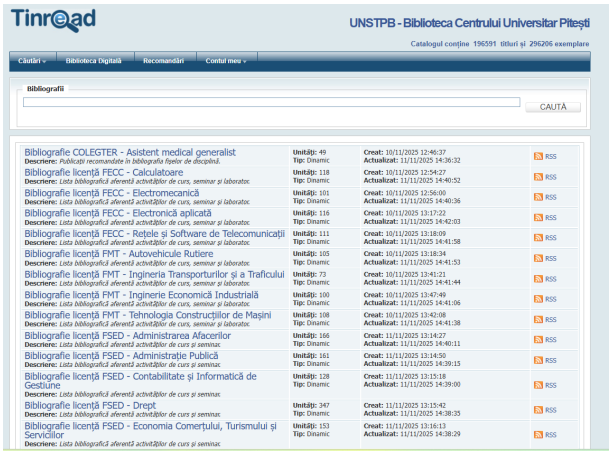


Figura 3. Bibliografii disponibile în catalogul online al Bibliotecii

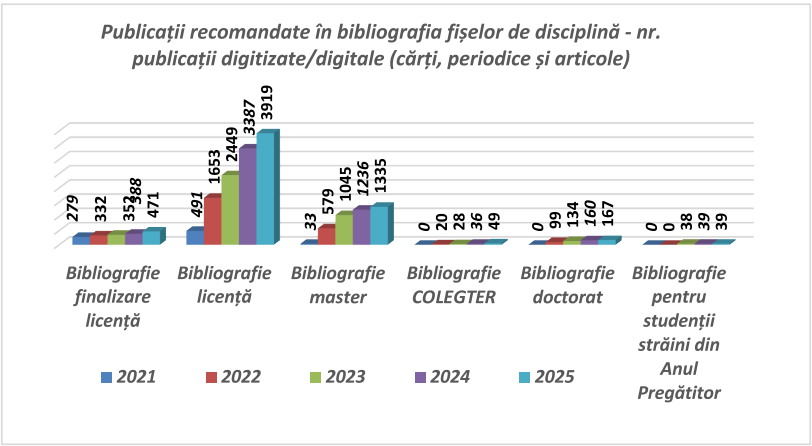


Figura 4. Evoluția publicațiilor digitizate din fișele de disciplină

Biblioteca Centrului Universitar Pitești marchează un moment important în procesul său de modernizare odată cu implementarea unui proiect complex de digitalizare. Modernizarea bibliotecii universitare reprezintă un demers esențial pentru consolidarea calității actului educațional și a performanței academice.

Investițiile realizate prin Planul Național de Redresare și Reziliență (PNRR) în cadrul proiectului *Universitatea 4.0 – universitate deschisă și conectată pentru creșterea rezilienței instituționale* au vizat dezvoltarea bibliotecii digitale, modernizarea infrastructurii IT și achiziția de echipamente electronice.



Figura 5. Modulul Biblioteca Digitală al Sistemului Integrat de Bibliotecă TINREAD

Implementarea Modulului Biblioteca Digitală a Sistemului Integrat de Bibliotecă TINREAD oferă servicii complexe asociate conținutului integral oferit spre consultare publicului și asigură accesul rapid și controlat la conținutul digital. Astfel, Biblioteca Centrului Universitar Pitești vine în sprijinul activităților de studiu și cercetare, punând la dispoziția utilizatorilor versiuni digitizate ale lucrărilor incluse în bibliografiile recomandate în fișele de disciplină.

Noile echipamente, achiziționate prin PNRR, utilizează tehnologia RFID și contribuie semnificativ la eficientizarea proceselor și îmbunătățirea serviciilor oferite. Implementarea acestor tehnologii reprezintă o etapă esențială în dezvoltarea instituției, îmbinând tradiția cu inovația.

În cadrul acestei inițiative, introducerea tehnologiei RFID reprezintă o soluție inovatoare, esențială pentru transformarea bibliotecilor moderne. Aceasta permite optimizarea operațiunilor, creșterea securității, îmbunătățirea accesului și experienței utilizatorilor. RFID devine astfel un simbol al inovației, asigurând bibliotecii relevanța și funcționalitatea într-o lume în continuă schimbare.

Echipamentele achiziționate:

- ***Infochiosc interactiv***: Dispune de interfață de comunicare cu cititorii prin monitor dotat cu ecran tactil cu mai multe puncte de contact; pe monitor este afișată o interfață specializată care comunică cu sistemul de bibliotecă prin protocolul SIP2.



- ***Unitate de auto-împrumut***: Funcționând pe principiul autoservirii, acest echipament elimină rutina procesării împrumuturilor, oferind cititorilor control direct asupra acestor operațiuni.



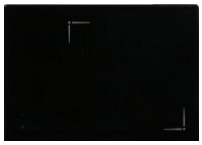
- ***Stația de descărcare automată*** este utilizată atât de către cititori pentru returnarea documentelor împrumutate la domiciliu. Odată introduse în stație, documentele sunt depozitate în siguranță în coș, în vederea preluării de către bibliotecar și a realizării descărcării în mod automat din contul cititorului.



- ***Porți de detecție***: Asigură securitatea colecției prin emiterea de alerte sonore și vizuale atunci când o publicație este scoasă din bibliotecă fără a fi procesată corespunzător pentru împrumut. Porțile sunt echipate cu un contor integrat care numără vizitatorii și afișează datele în timp real.



- ***Echipamente fixe de citire/scriere RFID*** cu antene UHF, pentru stații de lucru destinate citirii, respectiv scrierii de date în etichetele RFID de tip UHF, sunt dispozitive de birou, care funcționează în mod integrat cu Sistemul TINREAD.



- ***Imprimanta pentru cardurile de bibliotecă*** tipărește permisul fizic. Ulterior, se vor scrie date în cipul RFID, astfel încât utilizatorul să poată fi identificat rapid și să folosească automat serviciile bibliotecii.



- ***Etichete și permise RFID*** (Tag-urile RFID): permit identificarea și urmărirea unităților de bibliotecă prin citirea informației stocate în chip, la distanță.





- ***Dispozitive mobile RFID*** UHF Android – sunt echipamente mobile de tip RFID ce permit citirea și scrierea datelor folosind tehnologia RFID.



- ***Sistem TINREAD.Expert – integrat cu Biblioteca Digitală***: Software de gestionare și integrare, ce include module pentru RFID, server SIP2, licență și client SIP2, asigurând o gestionare eficientă și modernă a colecției.

Acest proiect de digitalizare reprezintă un pas major în modernizarea serviciilor oferite de Biblioteca Centrului Universitar Pitești, facilitând accesul publicului larg, în special studenților, cercetătorilor și cadrelor didactice la patrimoniul cultural și educațional prin utilizarea tehnologiilor digitale intuitive și interactive. Astfel, reafirmăm angajamentul nostru față de promovarea culturii și educației, demonstrând că instituțiile de tradiție pot deveni adevărate huburi digitale pentru comunitatea academică.

BIBLIOGRAFIE

1. CHOWDHURY, G.; CHOWDHURY S. *Introduction to Digital Libraries*. London: Face Publishing, 2003. ISBN 978-1-85604-465-3
2. CORAVU, R. *Intermediarul difuz. Biblioteca universitară între cultura tiparului și cultura digitală.* Constanța: Editura Ex Ponto, 2012. ISBN 978-606-598-186-7
3. TINREAD. *Modul Biblioteca Digitală*: Broșură de prezentare
4. TINREAD. *Soluții pentru biblioteci moderne*! Broșură de prezentare
5. TÎRZIMAN, E. Biblioteca digitală. În: *Tratat de biblioteconomie*. Vol. III: *Direcții moderne în biblioteconomia contemporană*. București: Editura ABR, 2017. ISBN 978-606-93535-0-9

INSTRUMENTE DIGITALE PENTRU MANAGEMENTUL DATELOR DE CERCETARE ÎN BIBLIOTECILE UNIVERSITARE: EXPERIENȚE ȘI BUNE PRACTICI

DIGITAL TOOLS FOR RESEARCH DATA MANAGEMENT IN ACADEMIC LIBRARIES: EXPERIENCES AND BEST PRACTICES

Viorica LUPU, dr.,
Universitatea Tehnică a Moldovei

Viorica LUPU, PhD,
Technical University of Moldova,
ORCID: 0000-0002-3905-7499
e-mail: viorica.lupu@lib.utm.md

CZU: 027.7:001.89:004.65
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p363-376

Abstract. In the last decade, research data management has become an essential component of modern scientific practices, supporting transparency, reproducibility, and ethical compliance in research. In the context of promoting open science and the FAIR principles, research institutions are increasingly involved in developing frameworks and services dedicated to the efficient management of data. This paper aims to analyze the role of digital tools in supporting research data management in university libraries, highlighting how they contribute to optimizing the data lifecycle. The research methodology is based on a mixed-methods approach, combining a documentary analysis of the specialized literature with an exploratory case study. The main categories of digital tools used in RDM are identified and classified, analyzed from the perspective of their integration into institutional workflows, as well as their contribution to streamlining data management processes. The results show that the use of digital tools facilitates the organization, documentation, storage, sharing, and preservation of research data, contributing to increased accessibility and reusability. University libraries are emerging as strategic actors in this process, providing support services, training, and consultancy for researchers.

Keywords: research data management, data lifecycle, data infrastructure, digital tools, university libraries.

Introducere

Managementul datelor de cercetare (MDC) presupune administrarea intenționată a acestora atât pe parcursul derulării unui proiect științific, cât și după finalizarea acestuia, acoperind activități precum colectarea, organizarea, stocarea, documentarea, partajarea și arhivarea [15]. În ultimii zece ani, această practică s-a impus ca un element fundamental al bunei conduite științifice, reprezentând în egală măsură o obligație asumată de cercetători și o provocare semnificativă pentru instituțiile implicate în activități de cercetare [1; 6].

Din perspectiva instituțională, adoptarea unui management sistematic al datelor este percepută ca un factor care consolidează rigoarea științifică și reproductibi-

litatea cercetărilor, asigurând în același timp conformitatea legală și etică [3]. MDC reprezintă, în acest context, baza pe care se sprijină politicile de știință deschisă promovate de finanțatori, care solicită ca datele să fie identificabile, accesibile, interoperabile și reutilizabile (principiile FAIR). Diseminarea cât mai extinsă a datelor urmărește, în esență, eficientizarea activității de cercetare și facilitarea colaborării la scară globală [7; 16].

În contextul actual, asistăm la o proliferare a instrumentelor, serviciilor și standardelor menite să le faciliteze cercetătorilor gestionarea resurselor și să crească gradul de accesibilitate a datelor – atât a celor brute, cât și a celor prelucrate – pe care se întemeiază publicațiile științifice. Atunci când este realizată în mod eficient, această gestionare le permite instituțiilor să identifice noi sinergii între echipele de cercetare, să genereze cunoștințe inovatoare prin implicarea unui spectru larg de părți interesate și să extindă reutilizarea datelor în domenii precum educația, inovarea tehnologică sau formularea politicilor publice [6; 15].

În ciuda acestor argumente puternice în favoarea MDC, implementarea practică rămâne o provocare complexă. Atât cercetătorii individuali, cât și organizațiile din care fac parte, precum și infrastructurile multinaționale de cercetare în care aceștia își desfășoară activitatea, se confruntă cu dificultăți semnificative în aplicarea consecventă a principiilor managementului datelor [1]. Studiile recente arată că, deși cercetătorii recunosc importanța gestionării datelor, lipsa timpului, a resurselor și a competențelor necesare constituie bariere majore în adoptarea bunelor practici [8; 14].

Organizațiile și infrastructurile de cercetare trebuie să ofere cercetătorilor instrumente, resurse, instruire și expertiză în domeniul MDC [13]. În acest context, bibliotecile universitare își consolidează rolul de parteneri strategici în ecosistemul cercetării, extinzându-și funcțiile tradiționale către furnizarea de servicii specializate pentru managementul datelor de cercetare [11; 14]. Acestea contribuie nu doar la facilitarea accesului la informație, ci și la dezvoltarea competențelor necesare pentru gestionarea eficientă a datelor, sprijinind cercetătorii în adoptarea bunelor practici și în utilizarea instrumentelor digitale adecvate.

Nevoia tot mai mare de a gestiona datele de cercetare a motivat bibliotecile academice să acorde prioritate și să analizeze modul de gestionare a ciclului de viață al datelor de cercetare în sprijinul cercetătorilor [5], diverse instrumente, servicii, infrastructuri și politici de date.

Un element esențial în operaționalizarea managementului datelor de cercetare îl constituie utilizarea instrumentelor digitale, care permit organizarea, prelucrarea, analiza, conservarea și partajarea datelor într-un mod sistematic și reproductibil [1]. Diversitatea acestor instrumente reflectă complexitatea procesului de cercetare și necesitatea adaptării soluțiilor la specificul disciplinar și instituțional [6]. În același timp, integrarea acestor instrumente în fluxurile de lucru ale cercetătorilor contribuie la creșterea eficienței activităților științifice și la asigurarea transparenței proceselor de cercetare.

Bibliotecile universitare joacă un rol activ în selectarea, promovarea și implementarea acestor instrumente, oferind servicii de consultanță, instruire și suport teh-

nic [4]. Prin intermediul acestor activități, ele facilitează înțelegerea și aplicarea principiilor FAIR, sprijină elaborarea planurilor de management al datelor și contribuie la dezvoltarea infrastructurilor instituționale necesare pentru stocarea și diseminarea datelor de cercetare. Astfel, bibliotecile devin actori-cheie în tranziția către știința deschisă și în consolidarea unei culturi a reutilizării și partajării datelor [6].

Serviciile de management al datelor de cercetare sunt complexe și provocatoare; prin urmare, bibliotecarii trebuie să dobândească competențe solide în domeniul datelor de cercetare pentru a putea oferi servicii MDC eficiente și centrate pe biblioteca academică [13], ceea ce, la rândul său, are implicații asupra identității profesionale a bibliotecarului [2, 4].

În acest context, identificarea și clasificarea instrumentelor digitale utilizate în managementul datelor de cercetare devine o necesitate, atât pentru înțelegerea peisajului actual al soluțiilor disponibile, cât și pentru sprijinirea instituțiilor în alegerea celor mai potrivite instrumente. Analiza acestor instrumente, raportată la etapele ciclului de viață al datelor, permite evidențierea rolului specific al fiecărei categorii și a modului în care acestea contribuie la eficientizarea procesului de cercetare [10].

Materiale și metode

Prezentul studiu adoptă o abordare mixtă, combinând analiza documentară cu studiul de caz exploratoriu, în vederea identificării și analizei instrumentelor digitale utilizate în managementul datelor de cercetare în cadrul bibliotecilor universitare. Cercetarea urmărește să evidențieze bune practici și să ofere o perspectivă sintetică asupra modului în care bibliotecile academice își asumă rolul de suport în gestionarea datelor de cercetare.

Demersul metodologic a fost structurat în jurul următoarelor obiective operaționale:

- identificarea principalelor categorii de instrumente digitale pentru MDC utilizate în bibliotecile universitare;
- analiza modului de integrare a acestor instrumente în fluxurile de lucru ale bibliotecilor;
- evidențierea bunelor practici și a provocărilor întâmpinate în implementare;
- sintetizarea recomandărilor pentru instituțiile care doresc să dezvolte servicii de suport MDC.

Analiza documentară a vizat literatura de specialitate publicată în perioada 2015-2025, cu accent pe sursele care abordează intersecția dintre serviciile bibliotecare și managementul datelor de cercetare. Au fost consultate următoarele tipuri de surse:

- articole științifice indexate în baze de date precum Web of Science, Scopus, și Google Scholar;
- rapoarte ale organizațiilor profesionale (LIBER, IFLA, SPARC Europe, RLUK);

- ghiduri și materiale de training dezvoltate de biblioteci universitare cu servicii MDC mature;
- documentații tehnice ale instrumentelor digitale identificate.

Criteriile de selecție au inclus relevanța tematică, calitatea instituțională a sursei și actualitatea informațiilor.

Datele colectate au fost supuse unei analize tematice de conținut, urmărind identificarea tipologiilor de instrumente, a modelelor de integrare instituțională și a factorilor critici de succes. Studiul s-a bazat exclusiv pe surse publice accesibile online, neimplicând date personale sau confidențiale. Toate sursele utilizate sunt citate corespunzător, iar analiza a respectat principiile bunei practici academice.

Rezultate și discuții

Secțiunea de față prezintă rezultatele cercetării privind utilizarea instrumentelor digitale în bibliotecile universitare și analizează modul în care acestea contribuie la gestionarea eficientă a datelor de cercetare. Interpretarea rezultatelor a fost realizată în contextul ciclului de viață al datelor, urmărind modul în care instrumentele sprijină activitățile de planificare, colectare, prelucrare, analiză, conservare, partajare și reutilizare a datelor, precum și impactul lor asupra calității, accesibilității și reutilizării informațiilor.



Figura 1. Ciclul de viață al datelor de cercetare (adaptat după RDMkit, 2025)

Pe baza analizei efectuate, instrumentele digitale pentru managementul datelor de cercetare au fost clasificate în funcție de etapa ciclului de viață al datelor în care își găsesc aplicabilitatea principală, adaptând modelul propus de RDMkit (Research Data Management Toolkit). Au fost avute în vedere următoarele categorii funcționale:

Tabelul 1. Clasificarea instrumentelor MDC în funcție de etapa ciclului de viață al datelor

Etapa ciclului de viață	Categorii de instrumente
Planificare	Instrumente pentru planuri de management al datelor (DMP), instrumente de organizare a activităților și atribuire a responsabilităților

Etapa ciclului de viață	Categorii de instrumente
Colectare și creare	Platforme de colectare, captură a datelor, caiete electronice de laborator
Prelucrare	Instrumente pentru curățarea și validarea datelor, generarea de metadate
Analiză	Medii de analiză și notebook-uri computaționale, instrumente de control al procesului de analiză
Conservare	Depozite instituționale și de domeniu, sisteme de stocare pe termen lung
Partajare	Platforme de partajare controlată, portaluri de date
Reutilizare	Cataloage și motoare de căutare pentru date, instrumente pentru evaluarea calității și adecvării datelor, instrumente pentru citarea datelor și atribuirea creditului științific

Planificarea

Etapa de planificare reprezintă fundamentul unui management eficient al datelor de cercetare. În această fază, cercetătorii elaborează un plan de management al datelor (DMP – Data Management Plan), în care stabilesc modul în care datele vor fi colectate, organizate, documentate, stocate, protejate și, ulterior, partajate sau arhivate.

Această etapă presupune identificarea tipurilor de date care vor fi generate, alegerea formatelor adecvate, definirea standardelor de descriere (metadate), precum și stabilirea responsabilităților în cadrul echipei de cercetare. De asemenea, sunt luate în considerare aspectele legate de securitatea datelor, confidențialitate, cerințe legale și etice, precum și resursele necesare pentru gestionarea datelor pe termen lung [9].

Printre cele mai utilizate instrumente de elaborare a planurilor de management al datelor se numără DMPonline și DMPTool, care pun la dispoziție șabloane standardizate, adaptate cerințelor diferiților finanțatori și domenii de cercetare. Aceste platforme integrează seturi de întrebări ghidate și recomandări contextuale, orientând utilizatorii în identificarea tipurilor de date generate, selectarea formatelor adecvate, definirea standardelor de metadate, precum și în stabilirea procedurilor de stocare, securitate, partajare și arhivare a datelor.

Tabelul 2. Instrumente de elaborare a planurilor de management al datelor

Instrument	Descriere	Caracteristici principale
DMPONLINE https://dmponline.dcc.ac.uk/	Platformă creată de Digital Curation Centre (Marea Britanie), utilizată predominant în Europa	Șabloane pentru finanțatori europeni (Horizon Europe, ERC, etc.); resurse de ajutor și exemple de răspunsuri; suport pentru planuri de management al soft-ului

Instrument	Descriere	Caracteristici principale
DMP Tool https://dmptool.org/	Platformă dezvoltată de California Digital Library, destinată în special comunității de cercetare din Statele Unite	Șabloane pentru agenții americane (NSF, NIH, etc.); interfață intuitivă cu ghid pas cu pas; posibilitatea de a partaja planurile cu colaboratorii; export în formate PDF, JSON, HTML
DMP ASSISTANT https://dmp-pgd.ca/	Instrument canadian bilingv (engleză/franceză)	Ghidare pas cu pas pentru dezvoltarea DMP-urilor; șabloane generice și, în dezvoltare, șabloane specifice disciplinelor și finanțatorilor

Din perspectivă funcțională, instrumentele pentru planificarea datelor contribuie la structurarea coerentă a DMP-ului prin segmentarea acestuia în secțiuni distincte, corespunzătoare etapelor ciclului de viață al datelor. Astfel, ele facilitează abordarea integrată a aspectelor tehnice (formate, infrastructuri de stocare), organizaționale (responsabilități, fluxuri de lucru) și normative (cerințe legale, etice și de acces deschis). În plus, funcționalitățile colaborative permit implicarea mai multor membri ai echipei de cercetare în procesul de elaborare și revizuire a planului, sporind transparența și responsabilitatea.

Un management eficient al datelor de cercetare nu se limitează la elaborarea DMP-ului; sunt esențiale și organizarea activităților și atribuirea clară a responsabilităților în cadrul echipei de cercetare. Pentru sprijinirea acestor procese, se utilizează diverse instrumente digitale care facilitează planificarea colaborativă și vizualizarea structurii proiectului.

Printre cele mai frecvent utilizate se numără:

- Trello, Asana, Microsoft Planner – platforme digitale care permit crearea și atribuirea de task-uri, stabilirea termenelor-limită și urmărirea progresului în timp real. Aceste instrumente oferă vizibilitate asupra întregului flux de activități, facilitând coordonarea echipei și monitorizarea stadiului implementării planului de date.
- Mind mapping software (MindMeister, XMind) – aplicații care sprijină vizualizarea relațiilor dintre tipurile de date, fluxurile de lucru și responsabilitățile individuale. Prin reprezentarea grafică a interdependențelor și etapelor proiectului, aceste instrumente oferă cercetătorilor o imagine clară asupra modului în care activitățile planificate se interconectează și se desfășoară secvențial.

La selectarea instrumentelor pentru etapa de planificare, cercetătorii și bibliotecile universitare trebuie să ia în considerare conformitatea cu cerințele finanțatorilor privind șabloanele DMP, capacitatea de a genera planuri machine-actionable (maDMP) pentru integrarea cu sistemele instituționale, funcționalitățile de colabo-

rare oferite, suportul instituțional disponibil, precum și politicile de confidențialitate și securitate a datelor, în special în cazul cercetărilor cu date sensibile.

Colectarea și crearea datelor

Etapa de colectare și creare a datelor reprezintă momentul în care planificarea teoretică se transformă în activitate practică, iar datele efective sunt generate, înregistrate și structurate pentru analiza ulterioară. Această fază include atât colectarea datelor primare (obținute direct de la sursă, prin observații, experimente, sondaje sau interviuri), cât și crearea de date secundare sau derivate, obținute prin prelucrarea, combinarea și organizarea informațiilor existente. Calitatea datelor în acest stadiu incipient influențează decisiv toate etapele ulterioare ale ciclului de viață, de la analiză până la reutilizare.

Instrumentele digitale utilizate în această etapă sunt concepute pentru a asigura captura structurată, validarea inițială și documentarea contextuală a datelor brute, precum și pentru a facilita colaborarea în timp real în cadrul echipei de cercetare.

Tabelul 3. Instrumente digitale pentru colectarea datelor

Categorie	Instrumente digitale recomandate	Funcționalitate, caracteristici
Colectarea datelor primare	Google Forms, Microsoft Forms, Typeform, SurveyMonkey, KoboToolbox	reprezintă soluții digitale utilizate pentru colectarea datelor primare în cadrul cercetării; permit crearea și distribuirea de chestionare sau formulare electronice, facilitând colectarea rapidă și centralizată a răspunsurilor; oferă funcționalități precum generarea automată a bazelor de date, exportul în formate standard (CSV, Excel) și, în unele cazuri, colectarea datelor în regim offline.
	Taguette, Nvivo, QualCoder	aplicații specializate utilizate în analiza datelor calitative, sprijinind cercetătorii în procesarea și interpretarea informațiilor nestructurate, cum ar fi interviurile, notițele de teren sau documentele textuale

Prelucrarea și analiza datelor

Etapa de prelucrare a datelor (denumită frecvent și *processing*) reprezintă faza în care datele brute colectate sunt transformate într-un format coerent, curat și pregătit pentru analiză. Calitatea procesului de prelucrare influențează decisiv atât acu-

rateţea analizelor ulterioare, cât şi posibilitatea de a partaja şi reutiliza datele pe termen lung. O prelucrare deficitară poate compromite reproductibilitatea rezultatelor şi poate îngreuna semnificativ înţelegerea contextului în care au fost generate datele.

În cadrul acestei faze, datele sunt supuse unor procese precum curăţarea (identificarea şi corectarea erorilor, eliminarea duplicatelor, gestionarea valorilor lipsă), transformarea şi standardizarea (uniformizarea formatelor şi a unităţilor de măsură, recodificarea variabilelor) şi validarea acestora. Totodată, pot fi realizate operaţiuni de integrare a datelor din surse diferite şi de creare a unor seturi de date derivate, relevante pentru analiza ulterioară.

Instrumentele digitale utilizate în această etapă sunt concepute pentru a facilita operaţiuni precum curăţarea şi transformarea datelor, validarea calităţii, organizarea sistematică a fişierelor şi generarea de metadate descriptive, asigurând totodată trasabilitatea tuturor modificărilor efectuate.

Tabelul 4. Instrumente digitale pentru prelucrarea şi organizarea datelor

Categorie	Instrumente digitale recomandate	Funcţionalitate, caracteristici
Foi de calcul şi baze de date	Microsoft Excel, Google Sheets, Microsoft Access	Permite organizarea, filtrarea, sortarea şi agregarea datelor; util atât pentru seturi mici, cât şi medii; facilitează prelucrarea rapidă a datelor numerice şi textuale, identificarea erorilor evidente şi generarea rapoartelor preliminare
Software pentru prelucrare avansată şi analiza cantitativă	Python https://www.python.org/	Limbaj de programare cu instrumente complexe pentru transformarea şi validarea dataseturilor mari; permite curăţarea automată a datelor, standardizarea variabilelor, detectarea valorilor aberante şi generarea seturilor de date derivate
Instrumente pentru curăţarea datelor	OpenRefine https://openrefine.org/	Software dedicat curăţării şi transformării datelor, inclusiv reconcilierea şi standardizarea valorilor; contribuie la îmbunătăţirea calităţii dataseturilor prin eliminarea erorilor şi uniformizarea structurilor de date
Instrumente pentru controlul versiunilor	Git https://git-scm.com/	Sistem distribuit de control al versiunilor, utilizat în principal pentru cod, dar extensibil şi pentru date; permite urmărirea modificărilor în fişiere de configurare şi metadate şi facilitează colaborarea în echipă pe documentaţie şi scripturi de prelucrare
	DVC (Data Version Control) https://dvc.org/	Extensie open-source pentru Git, specializată în versionarea datelor şi a modelelor; gestionează seturi de date mari care nu pot fi stocate direct în Git şi asociază fiecare versiune de date cu versiunea codului utilizat pentru prelucrare

Instrumente pentru redenumirea fișierelor	Bulk Rename Utility https://www.bulkrenameutility.co.uk/	Permite redenumirea în masă a fișierelor, adăugarea de prefixe și sufixe și schimbarea extensiilor
	Advanced Renamer https://www.advancedrenamer.com/	Redenumire simultană a mai multor fișiere și foldere, folosind șabloane personalizate și reguli flexibile; permite adăugarea de prefixe și sufixe, numerotare automată, înlocuirea textului, schimbarea extensiilor și suport pentru expresii regulate

Analiza datelor

Etapa de analiză a datelor reprezintă faza în care datele colectate și organizate sunt examinate sistematic pentru a obține rezultate relevante, a testa ipoteze și a genera cunoștințe noi. Această etapă este esențială în procesul de cercetare, deoarece modul în care datele sunt prelucrate și interpretate influențează direct validitatea și relevanța rezultatelor. Analiza poate include operațiuni statistice, modelare, vizualizare, integrarea datelor din surse multiple sau aplicarea algoritmilor de învățare automată, în funcție de domeniul de studiu și de obiectivele cercetării.

Mediile de analiză și notebookurile computaționale reprezintă instrumentele fundamentale pentru analiza datelor, oferind cercetătorilor posibilitatea de a scrie cod, de a vizualiza rezultatele și de a documenta procesul analitic într-un cadru integrat și reproductibil. Jupyter Notebook este un mediu open-source interactiv utilizat pe scară largă în toate domeniile științifice, care combină cod, text explicativ, vizualizări și ecuații matematice într-un singur document, suportând peste 40 de limbaje de programare și asigurând reproductibilitatea completă a analizelor prin partajarea notebookurilor. Pentru utilizatorii care necesită funcționalități extinse, JupyterLab oferă o interfață cu spațiu de lucru în ferestre multiple, terminal integrat și suport pentru extensii personalizabile.

Conservarea datelor

Etapa de conservare a datelor reprezintă faza finală din ciclul de viață al datelor de cercetare, în care seturile de date sunt păstrate pe termen lung, astfel încât să fie accesibile, reutilizabile și protejate împotriva pierderilor sau degradării. Scopul principal este asigurarea durabilității și integrității datelor, precum și facilitarea partajării ulterioare în comunitatea științifică, respectând principiile FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable).

Instrumentele digitale utilizate pentru conservare includ depozitele instituționale și disciplinare, cum ar fi Zenodo, Figshare, Dryad sau repozitoriile instituționale. Aceste platforme permit arhivarea seturilor de date, asocierea lor cu metadate descriptive și obținerea unui DOI pentru citare academică, asigurând astfel accesibilitatea și vizibilitatea datelor pe termen lung.

Registrul re3data (Registry of Research Data Repositories) este o platformă internațională care oferă o evidență sistematică a depozitelor de date de cercetare din

întreaga lume. Scopul principal al re3data este de a facilita descoperirea și accesul la depozitele de date, sprijinind cercetătorii în găsirea unor resurse fiabile pentru stocarea, partajarea și reutilizarea datelor.

Registrul include informații detaliate despre fiecare depozit, cum ar fi domeniul de cercetare, tipul de date acceptate, politicile de acces și licențiere, standardele de metadate utilizate și nivelul de interoperabilitate. Această clasificare sistematică permite cercetătorilor să aleagă depozitul adecvat pentru tipul și volumul datelor lor, respectând cerințele instituționale și principiile FAIR.

În paralel, se utilizează servicii de stocare în cloud, precum Google Drive, OneDrive, Dropbox sau Box. Aceste soluții oferă backup automat, acces de oriunde și control al permisiunilor, contribuind la protecția datelor și facilitând colaborarea între cercetători.

Pentru gestionarea dataset-urilor mari și menținerea urmăririi modificărilor, se folosesc instrumente precum Git LFS (Large File Storage) sau DVC (Data Version Control). Acestea permit păstrarea versiunilor multiple ale fișierelor, asocierea lor cu codul și documentația proiectului și asigură integritatea și reproducibilitatea cercetării.

În plus, pentru păstrarea pe termen lung a formatelor și interoperabilitatea datelor, sunt utilizate instrumente și sisteme compatibile cu standardele OAIS (Open Archival Information System) sau soluții precum LOCKSS. Acestea protejează fișierele digitale împotriva degradării și schimbării tehnologiilor, prevenind pierderea informațiilor esențiale.

Partajarea datelor

Etapa de partajare a datelor reprezintă momentul în care datele de cercetare, odată colectate, prelucrate și conservate, sunt puse la dispoziția altor cercetători sau comunități științifice. Aceasta are un rol foarte important în promovarea transparenței, reproductibilității și reutilizării datelor, contribuind la progresul cunoașterii și la consolidarea practicilor de știință deschisă.

Partajarea datelor poate fi realizată prin depozite instituționale, disciplinare sau generale, care oferă acces public sau restricționat, în funcție de natura datelor și de politicile de confidențialitate. În această etapă, cercetătorii trebuie să asigure că datele sunt însoțite de metadate descriptive complete, astfel încât acestea să fie ușor de găsit, înțeles și reutilizat de către alți utilizatori.

Principalele considerații în partajarea datelor includ:

- Respectarea drepturilor de proprietate intelectuală și a acordurilor de confidențialitate;
- Utilizarea licențelor clare, care specifică modul în care datele pot fi utilizate de terți;
- Asigurarea conformității cu standardele și principiile FAIR, astfel încât datele să fie descoperibile, accesibile, interoperabile și reutilizabile;

- Alegerea depozitului sau platformei potrivite pentru tipul de date și domeniul de cercetare.

Reutilizarea datelor

Etapa de reutilizare a datelor reprezintă faza finală a ciclului de viață al datelor de cercetare, în care seturile de date publicate sunt descoperite, evaluate și valorificate pentru noi cercetări sau analize secundare. Reutilizarea eficientă a datelor depinde în mod critic de calitatea documentației, de respectarea principiilor FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) și de accesul la instrumente digitale care facilitează identificarea, evaluarea și analiza datelor existente.

Instrumentele digitale utilizate în această etapă sprijină cercetătorii în mai multe moduri: identificarea rapidă a seturilor de date relevante, evaluarea calității și adecvării acestora pentru scopuri noi, citarea corectă a surselor și realizarea de analize reproducibile. Descoperirea datelor reprezintă primul pas și se realizează prin intermediul cataloagelor și motoarelor de căutare specializate, care agregă metadate din multiple depozite și permit filtrarea după criterii precum domeniu, tip de date, autor, licență și format. De exemplu, Google Dataset Search indexează milioane de seturi de date la nivel global, iar DataCite Commons oferă vizualizări grafice ale relațiilor dintre date, publicații, autori și organizații, cu integrare pentru identificarea autorilor prin ORCID. Alte instrumente utile includ BASE (Bielefeld Academic Search Engine), care indexează documente academice și date de cercetare, și CESSDA Data Catalogue, care centralizează date din științele sociale provenite din peste 20 de arhive europene. Pentru identificarea depozitelor specializate, re3data (Registry of Research Data Repositories) indexează peste 3000 de depozite științifice, facilitând selecția acestora pentru publicarea sau reutilizarea datelor.

Evaluarea adecvării unui set de date înainte de reutilizare este esențială. Instrumente precum FAIR Enough sau F-UJI permit verificarea rapidă a conformității cu principiile FAIR, în timp ce metrici furnizați de depozite și cataloage – vizualizări, descărcări, citări sau altmetrics – pot fi folosiți ca indicatori ai relevanței și calității datelor. Citarea corectă a datelor este asigurată prin instrumente precum DataCite, care generează citări în formate standardizate (APA, MLA, Chicago, BibTeX, RIS) și oferă statistici de utilizare, sau Zenodo, care include opțiunea „Cite this" pentru fiecare set de date. În plus, cadrul Scholix (Scholarly Link Exchange) standardizează relațiile dintre articole și seturi de date, agregând link-uri din surse precum Crossref, DataCite și PubMed.

Pe lângă utilizarea instrumentelor digitale, reutilizarea datelor implică respectarea unor bune practici esențiale. Verificarea licențelor asociate datelor este obligatorie pentru a asigura utilizarea conformă, iar analiza contextului și a metodologiei originale de colectare previne utilizările neadecvate. Citarea corectă a datelor și documentarea detaliată a procesului de prelucrare și a eventualelor transformări sau subsetări asigură transparență și reproducibilitate. În cazul datelor cu acces restricționat, precum datele clinice sau personale, reutilizarea se realizează numai prin respectarea

procedurilor de acces și a acordurilor de utilizare. Cercetătorii sunt încurajați, de asemenea, să contribuie la îmbunătățirea documentației și să partajeze propriile date și coduri generate în analiza secundară, consolidând ecosistemul științei deschise.

Instrumentele digitale joacă un rol important în gestionarea eficientă a datelor de cercetare, oferind suport pentru organizarea structurată a datelor, automatizarea proceselor de curățare și validare, realizarea analizelor complexe, precum și pentru stocarea, conservarea și partajarea acestora în medii sigure și accesibile. Prin utilizarea acestor instrumente, cercetătorii pot asigura trasabilitatea datelor, documentarea adecvată prin metadate și reproducibilitatea rezultatelor, contribuind astfel la creșterea calității și credibilității cercetării științifice.

Totodată, implementarea și utilizarea eficientă a instrumentelor digitale sunt influențate de o serie de factori limitativi. Lipsa competențelor digitale avansate fac dificilă selecția și utilizarea adecvată a instrumentelor disponibile, în special în cazul cercetătorilor care nu beneficiază de formare specifică în managementul datelor. În același timp, resursele instituționale limitate – atât financiare, cât și tehnice – pot restricționa accesul la soluții performante sau la infrastructuri dedicate stocării și conservării datelor pe termen lung.

În acest context, bibliotecarii din mediul universitar capătă un rol tot mai important, acționând ca facilitatori ai procesului de management al datelor de cercetare. Aceștia contribuie la selectarea și promovarea instrumentelor digitale adecvate, oferă suport în utilizarea acestora și desfășoară activități de instruire menite să dezvolte competențele digitale ale cercetătorilor. Cu toate acestea, și bibliotecarii se confruntă cu provocări similare, precum necesitatea formării continue, adaptarea la noile cerințe tehnologice și implicarea activă în dezvoltarea serviciilor de tip MDC la nivel instituțional.

De asemenea, integrarea instrumentelor digitale în fluxurile curente de cercetare reprezintă o provocare semnificativă, deoarece presupune adaptarea practicilor existente, standardizarea proceselor și asumarea unor responsabilități suplimentare legate de documentarea și gestionarea datelor. În lipsa unor politici instituționale clare și a unui suport constant, aceste instrumente pot fi utilizate fragmentar sau ineficient.

Prin urmare, valorificarea deplină a potențialului instrumentelor digitale necesită o abordare integrată, în care bibliotecarii, cercetătorii și instituțiile colaborează pentru dezvoltarea competențelor, asigurarea resurselor și integrarea coerentă a managementului datelor în practicile curente de cercetare, în concordanță cu standardele și cerințele științei deschise.

Concluzii

Analiza instrumentelor digitale pentru managementul datelor de cercetare evidențiază faptul că bibliotecile universitare joacă un rol central în sprijinirea cercetătorilor pe întregul ciclu de viață al datelor. De la planificarea și organizarea datelor, la stocare, conservare, partajare și reutilizare, instrumentele digitale permit accesul ra-

pid, gestionarea eficientă și valorificarea datelor, în conformitate cu principiile FAIR și cu standardele științei deschise.

Experiențele bibliotecilor universitare arată că succesul implementării MDC depinde nu doar de tehnologie, ci și de dezvoltarea competențelor specializate ale bibliotecarilor, de elaborarea de proceduri clare și de promovarea unei culturi a reutilizării și a responsabilității în gestionarea datelor. Instrumentele digitale – inclusiv depozite de date, cataloage, platforme pentru analiză și vizualizare, instrumente de citare și de evaluare FAIR – facilitează descoperirea, accesul și valorificarea datelor de cercetare, contribuind la creșterea vizibilității, transparenței și impactului științific.

Bunele practici identificate includ: alegerea și configurarea corectă a instrumentelor digitale în funcție de nevoile comunității academice, asigurarea documentației și metadatelor complete, respectarea licențelor și a standardelor etice, precum și încurajarea reutilizării datelor și contribuția cercetătorilor la completarea și îmbunătățirea resurselor existente. Prin adoptarea acestor bune practici și prin integrarea instrumentelor digitale în activitățile curente, bibliotecile universitare nu doar că sprijină cercetarea de calitate, dar contribuie și la consolidarea unei infrastructuri durabile de date, favorizând colaborarea interdisciplinară și progresul științific.

BIBLIOGRAFIE

1. ALPER, P.; F. D'ANNA; B. DROESBEKE; M. ANDRABI; R. A. BUONO et al. RDMkit: A research data management toolkit for life sciences. *Patterns*. 2025, vol. 6(9), pp. 1-14. Disponibil: https://doi.org/10.1016/j.patter.2025.101345 [accesat 2026-03-02].
2. ANDRIKOPOULOU, A.; J. ROWLEY & G. WALTON. Research Data Management (RDM) and the Evolving Identity of Academic Libraries and Librarians: A Literature Review. *New Review of Academic Librarianship*. 2022, vol. 28, no. 4, pp. 349-365. eISSN 1740-7834. Disponibil: https://doi.org/10.1080/13614533.2021.1964549 [accesat 2026-03-18].
3. BORGMAN, C. L. *Big data, little data, no data: Scholarship in the networked world*. Publisher: The MIT Press, 2015. 416 p. ISBN 978-0262529914.
4. COX, A. M. & S. PINFIELD. Research data management and libraries: Current activities and future priorities. *Journal of Librarianship and Information Science*. 2014, vol. 46(4), pp. 299-316. Disponibil: https://doi.org/10.1177/0961000613492542 [accesat 2026-03-12].
5. DUBE, T. V. Research data management in academic libraries: institutional repositories as a reservoir for research data". Library Management. 2025, vol. 46(5), pp. 319-331. Disponibil: https://www.emerald.com/lm/article-pdf/46/5/319/9775601/lm-06-2024-0070.pdf [accesat 2026-03-18].
6. EUROPEAN RESEARCH COUNCIL. *Open research data and data management plans. Informations for ERC grantees*. European Commission, 2022. 23 p. Disponibil: https://erc.europa.eu/sites/default/files/document/file/ERC_info_document-Open_Research_Data_and_Data_Management_Plans.pdf [accesat 2026-03-02].
7. FREDERICK, A. & Y. RUN. The Role of Academic Libraries in Research Data Management: A Case in Ghanaian University Libraries. *Open Access Library Journal*. 2019, vol. 6, pp.1-16. DOI 10.4236/oalib.1105286.

8. KIM, Y. & J. M. STANTON. Institutional and individual factors affecting scientists' data sharing behaviors. *Journal of the Association for Information Science and Technology*. 2016, vol. 67(12), pp. 2865-2880. Disponibil: https://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1016&context=slis_facpub [accesat 2026-03-06].
9. LEARN. *LEARN Toolkit of Best Practice for Research Data Management*. European Union's Horizon 2020 project. 2020. 187 p. Disponibil: https://doi.org/10.14324/000.learn.00 [accesat 2026-03-15].
10. RDMkit. *The Research Data Management toolkit for Life Sciences*. RDMkit website. ELIXIR, 2025. Disponibil: https://rdmkit.elixir-europe.org [accesat 2026-03-10].
11. SANJEEVA, Meghana. Research data management: a new role for academic/research librarians, 2018. In: *Reshaping the Academic Libraries,Trends and Issues UGC Sponsored Seminar at JM Patel College*: conference on 12th Sept 2014, JM Patel College, Mumbai. Disponibil: https://www.researchgate.net/publication/323604761_RESEARCH_DATA_MANAGEMENT_A_NEW_ROLE_FOR_ACADEMICRESEARCH_LIBRARIANS [accesat 2026-03-12].
12. SCIENCE EUROPE. *Practical Guide to the International Alignment of Research Data Management*' (Extended Edition). Brussels, 2021. 53 p. Disponibil: https://scienceeurope.org/our-resources/practical-guide-to-the-international-alignment-of-research-data-management/ [accesat 2026-03-18].
13. SHEIKH, A.; A. MALIK & R. ADNAN. Evolution of research data management in academic libraries: A review of the literature. *Information Development*. 2025, vol. 41(2), pp. 305-319. Disponibil: https://doi.org/10.1177/02666669231157405 [accesat 2026-03-13].
14. TENOPIR, C.; S. ALLARD; K. DOUGLASS; A. U. AYDINOGLU; L. WU et al. Data sharing by scientists: Practices and perceptions. *PLoS ONE*. 2011, vol. 6(6). DOI 10.1371/journal.pone.0021101.
15. WHYTE, A. & J. TEDDS. *Making the Case for Research Data Management*. DCC Briefing Papers. Edinburgh: Digital Curation Centre, 2011. 8 p. Disponibil: https://www.dcc.ac.uk/sites/default/files/documents/publications/Making%20the%20case.pdf [accesat 2026-03-10].
16. WILKINSON, M. D.; M. DUMONTIER; J. J. AALBERSBERG; G. APPLETON; M. AXTON et al. The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Scientific Data*. 2016, no. 3 (1), pp. 1-9. Disponibil: https://www.nature.com/articles/sdata201618 [accesat 2026-03-10].

EXTINDEREA SFEREI DE INFLUENȚĂ A BIBLIOTECII UNIVERSITARE: NOI PARADIGME ALE SERVICIILOR INFORMAȚIONALE

EXPANDING THE SPHERE OF INFLUENCE OF THE UNIVERSITY LIBRARY: NEW PARADIGMS OF INFORMATION SERVICES

Natalia CHERADI, dr.,
Academia de Studii Economice din Moldova, Chișinău
Natalia SUVAC,
Academia de Studii Economice din Moldova, Chișinău

Natalia CHERADI, PhD,
Academy of Economic Studies of Moldova, Chisinau
ORCID: 0000-0002-8261-6815
e-mail: cheradi@lib.ase.md
Natalia SUVAC,
Academy of Economic Studies of Moldova, Chisinau
ORCID: 0000-0001-8960-9258
e-mail: suvac.n@lib.ase.md

CZU: 027.7
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p377-386

Abstract. The development of modern university libraries is characterized by the dynamic changes occurring in the education system, and the field of scholarly communication. The contemporary educational process incorporates new forms of learning, including distance education and the use of multimedia technologies. The growing importance of information and the transformation of the educational environment have highlighted the need to modernize library processes and integrate innovative technologies into library activities. In this context, traditional forms of library services are evolving and increasingly expanding into the online environment. The article presents the experience of the Scientific Library of the Academy of Economic Studies of Moldova, examining its role within the university's information and educational space. It highlights the main areas of activity and analyzes the process of user services in the context of the digital environment. The article also discusses the current challenges and tasks facing university libraries and concludes that the university library remains one of the main information centers of higher education.

Keywords: university libraries, the educational process, library modernization, electronic resources, information technologies, information services.

Introducere

Una dintre premisele fundamentale ale asigurării unei educații universitare de calitate o constituie, în prezent, formarea unui mediu informațional și educațional modern, bazat pe resurse informaționale diversificate și pe utilizarea tehnologiilor de comunicare. Evoluția rapidă a tehnologiilor informaționale, precum și implemen-

tarea fluxurilor electronice de documente generează noi orientări în dezvoltarea sistemului de învățământ superior. În acest context, bibliotecile universitare se aliniază acestor transformări, adaptând și extinzând constant domeniile de activitate. Ele se afirmă tot mai mult ca centre de resurse informaționale, hub-uri educaționale și spații de colaborare academică, prin implementarea serviciilor inovatoare și a tehnologiilor digitale.

Concepția actuală a bibliotecii universitare moderne presupune integrarea formelor noi de servire a utilizatorilor, implementarea tehnologiilor informaționale avansate și organizarea unui spațiu fizic funcțional și adaptat nevoilor comunității academice. Biblioteca universitară constituie o subdiviziune structurală a instituției de învățământ superior, reprezentând unul dintre principalele centre de sprijin infodocumentar pentru procesul educațional și pentru dezvoltarea mediului academic. Eficiența activității sale este determinată de exigențele și transformările sistemului de învățământ superior. În prezent, misiunea fundamentală a bibliotecii universitare constă în asigurarea și satisfacerea necesităților informaționale ale utilizatorilor, prin facilitarea accesului atât la publicații tradiționale, cât și la resurse informaționale electronice.

Actualitatea temei abordate în acest articol este determinată de procesul continuu de transformare și diversificare a activităților bibliotecii universitare, care conduce la definirea și dezvoltarea unor noi direcții de activitate adaptate cerințelor mediului academic [1; 3; 4].

Rolul și importanța bibliotecii universitare în contextul actual

Biblioteca reprezintă un sistem complex și dinamic, capabil să evolueze și să se adapteze permanent la noile tendințe apărute ca urmare a transformărilor din principalele domenii ale activității biblioteconomice și informaționale [6, 497]. În etapa actuală de dezvoltare, activitatea bibliotecilor se caracterizează prin reconfigurarea priorităților și diversificarea funcțiilor îndeplinite.

Tranziția societății către economia digitală a impulsionat introducerea tehnologiilor informaționale în majoritatea domeniilor vieții sociale, inclusiv în sistemul național de educație. În acest context, necesitatea adaptării la un mediu extern aflat într-o continuă schimbare, intensificarea proceselor de reformă în educație și concurența tot mai accentuată pe piața serviciilor educaționale contribuie la conturarea unui *nou model de funcționare a bibliotecilor universitare*.

Aceste transformări determină bibliotecile instituțiilor de învățământ superior să își revizuiască permanent strategiile de dezvoltare și să își modernizeze direcțiile de activitate, pentru a răspunde cât mai eficient cerințelor mediului academic actual. Biblioteca și universitatea activează într-un spațiu informațional comun, constituind pentru studenți o sursă sigură de acces la cunoaștere, având aceeași misiune strategică: formarea unor specialiști competitivi, capabili să răspundă cerințelor societății contemporane. Realizarea acestui obiectiv este posibilă doar prin cooperare, coordonare și armonizarea eforturilor comune. „Biblioteca reprezintă o componentă impor-

tantă a oricărei universități. În prezent, rolul său nu se limitează doar la furnizarea de resurse informaționale și documentare necesare procesului educațional, ci presupune și implicarea activă ca partener strategic al instituției. În acest context, biblioteca universitară trebuie să își demonstreze constant relevanța, asumându-și noi funcții și responsabilități adaptate cerințelor mediului academic contemporan." [7, 55].

În acest context, biblioteca universitară poate fi privită ca un sistem deschis, aflat într-un proces continuu de dezvoltare, manifestat pe două direcții principale:

- pe orizontală – prin extinderea domeniilor de activitate și a sferei sale de influență;
- pe verticală – prin integrarea și valorificarea accelerată a noilor tehnologii informaționale.

Astfel, una dintre sarcinile fundamentale ale bibliotecii universitare moderne, ca element indispensabil al procesului educațional, constă în consolidarea rolului său prin dezvoltarea unor servicii inovatoare, adaptate nevoilor utilizatorilor de informații educaționale și științifice. În prezent, biblioteca științifică a universității se afirmă tot mai mult ca o structură flexibilă de învățare și dezvoltare, care susține procesul educațional prin furnizarea accesului la cunoaștere în orice moment și din orice locație, asigurând totodată calitatea informațiilor oferite.

În aceste condiții, rolul educațional al bibliotecii nu se limitează la funcția tradițională de conservare și furnizare a informației, ci presupune implicarea activă în colaborarea cu cadrele didactice și alți specialiști responsabili de elaborarea, îmbunătățirea calității și implementarea programelor de învățământ [2, 396].

O direcție prioritară în activitatea bibliotecilor universitare o constituie asigurarea accesului la propriile resurse informaționale, precum și la resurse externe, necesare pentru susținerea proceselor educaționale și de cercetare desfășurate în universitate. În mare măsură, viitorul bibliotecilor universitare depinde de capacitatea lor de a se integra rapid și eficient în mediul informațional și educațional al instituției academice.

Biblioteca Științifică a Academiei de Studii Economice din Moldova – componentă a spațiului informațional și educațional universitar

În continuare, vom analiza modul în care această bibliotecă se dezvoltă și se adaptează acestor cerințe și transformări. Standardele educaționale naționale stabilesc cerințe specifice pentru crearea și funcționarea unui mediu informațional și educațional modern, care trebuie să includă mai multe elemente importante, printre care:

- existența obligatorie a resurselor educaționale digitale;
- utilizarea tehnologiilor informaționale și de telecomunicații în procesul educațional;
- dotarea cu mijloace tehnice adecvate, capabile să faciliteze obținerea de către fiecare student a celor mai bune rezultate în cadrul programelor de studii.

Academia de Studii Economice din Moldova (ASEM), instituție de învățământ superior recunoscută atât la nivel național, cât și internațional, asigură formarea specialiștilor în diverse domenii, precum business, economie, drept, finanțe, contabilitate, marketing, comerț, tehnologii informaționale, relații internaționale, alimentație publică, turism, administrație publică și protecție socială. Activitatea universității este susținută de o rețea amplă de colaborări cu parteneri din țară și din străinătate.

Biblioteca Științifică a ASEM reprezintă o componentă importantă a spațiului informațional și educațional integrat al universității. În etapa actuală de dezvoltare, biblioteca se remarcă prin reconfigurarea priorităților sale de activitate, orientându-se spre extinderea și îmbunătățirea accesului la resurse educaționale și științifice în format digital, în concordanță cu necesitățile și interesele utilizatorilor.

Unul dintre indicatorii de bază ai calității procesului educațional îl constituie gradul de asigurare cu resurse bibliografice și materiale didactice pentru disciplinele studiate în universitate. Nivelul acestei asigurări este analizat și evaluat în cadrul proceselor de acreditare a programelor de studii de licență, masterat și doctorat. Pentru a oferi informații relevante privind susținerea documentară a procesului educațional, biblioteca menține o colaborare constantă cu departamentele facultăților. Această cooperare permite evaluarea corespunderii dintre fondul didactic al bibliotecii și profilul academic al universității, facilitând totodată planificarea și actualizarea procesului de completare a colecțiilor.

O altă direcție importantă în dezvoltarea colecțiilor documentare bibliotecii o reprezintă achiziționarea documentelor digitale, accesibile la distanță. Resursele informaționale disponibile în mediul online constituie un supliment semnificativ la colecțiile tradiționale, iar unele dintre acestea au un caracter unic, în lipsa unor echivalente în format tipărit.

În același timp, procesul de modernizare a învățământului superior, orientat spre formarea unor specialiști competitivi și capabili de dezvoltare profesională continuă, presupune și creșterea gradului de autonomie în procesul de învățare al studenților. Activitatea Bibliotecii Științifice ASEM este orientată spre crearea unor condiții optime care să faciliteze dezvoltarea abilităților studenților de a lucra independent cu informația. Acest obiectiv se realizează prin asigurarea accesului liber la resursele tipărite și digitale ale bibliotecii, precum și prin organizarea accesului la distanță la diverse resurse informaționale externe.

În sălile de lectură ale bibliotecii este implementat sistemul de acces liber la literatura didactică și științifică, precum și la publicații seriale. Colecțiile cu acces deschis oferă utilizatorilor posibilitatea de a identifica rapid și autonom publicațiile necesare, de a selecta lucrări suplimentare pe aceeași temă și de a evita procedurile administrative tradiționale, precum completarea buletinului de cerere sau așteptarea procesării comenzilor. De asemenea, toate spațiile bibliotecii sunt dotate cu rețea Wi-Fi, ceea ce permite studenților, doctoranzilor și cadrelor didactice să beneficieze de acces gratuit la Internet. Acest aspect contribuie semnificativ la sporirea atractivității bibliotecii pentru comunitatea academică. Totodată, în cadrul centrului multimedia, utilizatorii au posibilitatea de a accesa și utiliza publicațiile digitale elaborate de cadrele didactice universitare, care pot fi valorificate în procesul de pregătire pentru activitățile didactice și de studiu individual.

Spațiul Bibliotecii Științifice ASEM este organizat astfel încât să sprijine noi modalități de lucru pentru studenți și cadrele didactice, facilitând totodată comunicarea și interacțiunea dintre participanți. În acest sens, spațiile sălilor de lectură au fost adaptate pentru a deveni mai flexibile, mobile și multifuncționale, oferind posibilitatea desfășurării unor activități variate și fiind accesibile tuturor categoriilor de utilizatori. Organizarea rafturilor și a mobilierului permite delimitarea spațiului în zone distincte, destinate diferitelor tipuri de activități, precum:

- posturi de lucru automatizate, cu acces la resursele digitale;
- spații pentru utilizarea laptopurilor personale;
- mese destinate studiului individual sau lucrului în echipă;
- zone de relaxare, dotate cu mese și fotolii confortabile, destinate lecturii și odihnei.

Punctele de deservire ale bibliotecii sunt dotate cu două tipuri de scanere, utilizate pentru citirea codurilor de bare ale publicațiilor și ale permiselor de intrare. Procesul de modernizare a bibliotecii a contribuit la transformarea sălilor de lectură în spații de comunicare și interacțiune, potrivite pentru organizarea și desfășurarea diferitelor activități și evenimente academice. Îmbunătățirea continuă a calității serviciilor oferite reprezintă o prioritate permanentă, iar noile facilități permit crearea unui mediu confortabil și funcțional pentru utilizatori.

Pentru a sprijini adaptarea studenților din anul I la mediul universitar și la volumul mare de informații, aceștia primesc permisul de intrare și sunt informați despre regulile de utilizare a bibliotecii. De asemenea, sectorul „Împrumut" le oferă un set minim de manuale necesare pentru primul semestru de studii. Începând cu semestrul al doilea și până la finalizarea studiilor, studenții își selectează și solicită individual literatura necesară pentru activitatea academică.

Resursele informaționale digitale oferite de Biblioteca ASEM pot fi clasificate în mai multe categorii:

- resurse digitale cu acces la distanță, disponibile pe bază de abonament sau contract (baze de date științifice);
- resurse digitale accesibile publicului larg (Open Access);
- resurse digitale proprii ale bibliotecii, precum catalogul electronic, biblioteca digitală și repozitoriul instituțional IREK.

Catalogul electronic al bibliotecii oferă utilizatorilor informații bibliografice despre diverse tipuri de documente existente în colecțiile instituției, precum cărți, articole din publicații periodice, teze de doctorat, standarde și materiale didactice în format electronic. Accesul la catalog fiind disponibil online, permite utilizatorilor să identifice de la distanță resursele relevante pentru domeniul lor de interes, fără a fi necesară prezența fizică în bibliotecă. Pe site-ul bibliotecii este prezentat și un alt produs informațional important al instituției – Repozitoriul instituțional IREK – ASEM (Institutional Repository of Economic Knowledge), care include cărți, teze de

doctorat și articole științifice elaborate de cadrele didactice ale universității, precum și lucrările și prezentările acestora susținute în cadrul conferințelor științifice.

Una dintre misiunile de bază ale învățământului superior este formarea unei personalități cu un nivel adecvat de cultură și competențe informaționale [5]. În prezent, pentru specialiștii din orice domeniu, capacitatea de a identifica rapid informația relevantă, de a o evalua critic și de a o valorifica eficient a devenit o competență esențială. În acest context, dezvoltarea culturii informației a utilizatorilor constituie o direcție prioritară în activitatea Bibliotecii Științifice ASEM, contribuind la formarea unor utilizatori autonomi și responsabili în raport cu informația.

Activitățile de instruire sunt organizate pentru diverse categorii de beneficiari: studenții din anul I și III, masteranzii din anii I și II, precum și doctoranzii din anul I. Pentru studenții din anul I – ciclul licență, atât la învățământul cu frecvență, cât și la cel cu frecvență redusă începând cu anul 2026, este prevăzut un stagiu de practică de inițiere, care include 2 ore de instruire pentru fiecare grup academic, susținute de bibliotecari.

În același timp, în toate spațiile bibliotecii, utilizatorii beneficiază de consultanță individualizată privind utilizarea resurselor informaționale, adaptată nevoilor lor specifice. La solicitarea departamentelor universitare, biblioteca organizează instruiri tematice dedicate bunelor practici internaționale de prevenire și combatere a plagiatului. De asemenea, în cadrul Campaniei organizate de Ministerul Educației și Cercetării *Integritatea e alegerea ta! (decembrie 2025 – martie 2026)*, au fost realizate sesiuni de informare în cadrul cursului „Etică și Integritate Academică", menite să consolideze cultura integrității și responsabilității academice în rândul studenților.

Biblioteca reprezintă, de asemenea, un important centru de resurse pentru cadrele didactice și cercetători, inclusiv în domeniul activității editoriale și de publicare științifică. Cercetătorii apelează frecvent la serviciile bibliotecii pentru identificarea literaturii de specialitate și pentru sprijin în procesul de elaborare a articolelor, manuscriselor tezelor de doctorat. În plus, o direcție relativ nouă a activității bibliotecii universitare o constituie determinarea și analiza indicilor de citare ai cercetătorilor din cadrul universității, contribuind astfel la evaluarea vizibilității și impactului cercetării științifice.

Activitatea Bibliotecii Științifice ASEM în domeniul susținerii activității de publicare științifică a universității contribuie la consolidarea relațiilor de colaborare dintre bibliotecă și departamentele academice. În același timp, aceasta sporește prestigiul bibliotecii ca o comunitate de experți, contribuie la dezvoltarea profesională a personalului și extinde numărul de persoane care apelează la serviciile bibliotecii.

Clasificarea instituțiilor de învățământ superior în cadrul monitorizării anuale a eficienței universităților se bazează, în mare măsură, pe indicatorii activității de publicare în baze de date științifice internaționale, precum Web of Science și Scopus, precum și în Instrumentul Bibliometric Național (IBN). Aceiași indicatori sunt utilizați și pentru stabilirea criteriilor de selecție a cercetătorilor în vederea participării la programe academice și obținerii granturilor din fonduri științifice.

În scopul promovării culturii lecturii literaturii științifice, bibliotecarii utilizează atât metode tradiționale, cât și instrumente moderne de comunicare și informare. Printre acestea se numără expozițiile tematice clasice și electronice, pagina web a bibliotecii și platformele de socializare. Pe pagina de Facebook a bibliotecii sunt publicate informații despre noile achiziții editoriale (rubrica Cartea săptămânii), materiale video cu mesaje de felicitare ale profesorilor și cercetătorilor universității, precum și anunțuri privind organizarea diverselor activități academice, cum ar fi seminare, ateliere sau webinarii. Aceste activități contribuie la dezvoltarea competențelor studenților și cercetătorilor în gestionarea și utilizarea eficientă a unui volum mare de informații.

Astfel, Biblioteca Științifică ASEM are un rol semnificativ în formarea specialiștilor competitivi, prin crearea condițiilor și resurselor necesare pentru desfășurarea eficientă a activităților de studiu și cercetare pentru toate categoriile de utilizatori. De asemenea, biblioteca menține o colaborare activă cu toate facultățile și subdiviziunile universității, contribuind la dezvoltarea spațiului informațional și educațional instituțional.

În prezent, utilizatorii care accesează Biblioteca Științifică ASEM au posibilitatea:

- să utilizeze publicații tradiționale tipărite, informații stocate pe suporturi electronice, precum și numeroase resurse digitale disponibile online, inclusiv baze de date științifice;
- să lucreze în bibliotecă la mesele de studiu, la computerele disponibile, să utilizeze resursele Internetului sau aplicațiile de redactare a textelor;
- să aleagă sălile de lectură ale bibliotecii sau, dacă preferă, să acceseze resursele bibliotecii de la distanță, prin intermediul serviciilor virtuale.

O bibliotecă universitară modernă trebuie să țină cont de transformările care au loc în domeniul serviciilor informaționale și educaționale. Succesul și eficiența activității unei biblioteci depind în mare măsură de nivelul de pregătire profesională al personalului său. În acest context, echipa Bibliotecii ASEM este alcătuită din specialiști care stăpânesc metodele de identificare și analiză a informației și elaborează produse informaționale proprii. Totodată, aceștia promovează rezultatele cercetării universitare în spațiul informațional și desfășoară activități de informare, orientare și educare a utilizatorilor, contribuind astfel la dezvoltarea culturii informaționale în comunitatea academică.

Biblioteca universitară contribuie la formarea specialiștilor cu competențe în domeniul culturii informației. În acest context, activitatea informațională și educativă a bibliotecii cuprinde un ansamblu divers de acțiuni, printre care se regăsesc:

- instruirea utilizatorilor în vederea utilizării eficiente a mediului informațional și a selectării resurselor relevante;
- acordarea de consultanță și recomandări specializate pentru sprijinirea procesului de identificare, evaluare și valorificare a informației;

- promovarea resurselor informaționale disponibile în cadrul bibliotecii;
- organizarea activităților cu caracter cultural-educativ;
- realizarea unor activități de orientare profesională, menite să consolideze în rândul studenților înțelegerea faptului că studiile universitare presupun nu doar participarea la cursuri și activități practice, ci și implicarea în activități de studiu individual în bibliotecă.

În acest proces, bibliotecarii sunt parteneri importanți ai procesului educațional, iar profesionalismul lor influențează eficiența activităților didactice și de cercetare. Bibliotecarul universitar contemporan, format în domeniul umanist sau al biblioteconomiei, trebuie să dețină competențe adaptate cerințelor societății informaționale și să utilizeze eficient tehnologiile educaționale și informaționale moderne. În acest sens, acesta trebuie:

- să cunoască și să aplice metode adecvate pentru soluționarea problemelor informaționale, psihologice, manageriale și economice;
- să utilizeze în mod eficient tehnologiile informaționale și de telecomunicații;
- să posede competențe pedagogice, necesare interacțiunii cu diverse categorii de utilizatori.

Bibliotecarul trebuie să posede competențe și în domenii conexe, precum tehnologia informației, multimedia, pedagogia, psihologia și comunicarea. De asemenea, este important să manifeste adaptabilitate, echilibru emoțional, rezistență la stres și capacitatea de a lucra în echipă, atât în cadrul bibliotecii, cât și în colaborare cu alte subdiviziuni ale universității. Atmosfera creată în comunicarea dintre bibliotecar și utilizatori este foarte importantă. În activitatea zilnică, bibliotecarul interacționează cu studenți, masteranzi, doctoranzi, cadre didactice și personal universitar, îndeplinind roluri diverse. Prin competențele sale în identificarea, colectarea și prelucrarea informațiilor, el sprijină cadrele didactice în pregătirea cursurilor și lucrărilor științifice și ghidează studenții și cercetătorii în găsirea și utilizarea eficientă a informațiilor.

În același timp, bibliotecarul contribuie la orientarea utilizatorilor în fluxul informațional, ținând cont de necesitățile acestora și menținând în bibliotecă o atmosferă favorabilă studiului, creativității și colaborării. În modernizarea bibliotecilor, trebuie să ținem cont că oamenii, nu tehnologiile, fac biblioteca un spațiu atractiv și confortabil pentru utilizatori.

Profesionalismul bibliotecarului reprezintă o componentă fundamentală a calității serviciilor bibliotecare și informaționale. De aceea, dezvoltarea profesională trebuie să fie continuă și să includă tot personalul, prin traininguri, seminare, cursuri și materiale metodice specializate, susținute de conducerea bibliotecii și a universității.

Odată cu Internetul, s-a crezut că totul se găsește online și că bibliotecile nu mai sunt necesare. În realitate, informațiile online nu sunt întotdeauna de calitate, iar biblioteca oferă resurse verificate și ajută utilizatorii să se orienteze corect în fluxul informațional.

În etapa actuală de dezvoltare, biblioteca universitară trebuie să își demonstreze permanent relevanța și utilitatea, asumându-și noi roluri și funcții. În acest context, misiunea bibliotecarului este să facă clară importanța bibliotecii pentru întreaga comunitate academică. El trebuie să fie util și indispensabil în procesul educațional și științific, capabil să inspire, să motiveze și să convingă. Deși este o sarcină complexă, bibliotecarii trebuie să depună toate eforturile pentru a o realiza.

Concluzii. Se poate susține că biblioteca universitară a reprezentat și rămâne unul dintre principalele centre de informare în cadrul învățământului superior. Totodată, bibliotecile universitare moderne răspund activ noilor provocări ale mediului academic și informațional, evoluând către structuri multifuncționale care sprijină dezvoltarea educației și a cercetării științifice.

În calitate de centru informațional al universității, biblioteca științifică are astăzi un rol important în crearea, dezvoltarea și promovarea mediului informațional digital. Această activitate se realizează atât prin metode tradiționale: dezvoltarea resurselor proprii, completarea colecțiilor și asigurarea accesului la resurse prin parteneriate, cât și prin abordări și instrumente moderne, adaptate cerințelor societății informaționale. Bibliotecile universitare moderne se caracterizează prin câteva direcții principale de dezvoltare:

- Biblioteca conduce și orientează utilizatorii în fluxul vast de informații. Pentru a îndeplini acest rol, este necesară formarea unui fond documentar relevant și credibil, atât în format tradițional, cât și electronic, adaptat profilului universității.
- Crearea unor servicii accesibile și eficiente, orientate către necesitățile utilizatorilor.
- Promovarea activă a resurselor și serviciilor bibliotecii, pentru a crește gradul de utilizare și vizibilitate al acestora.

Susținerea noilor metode de predare și învățare, precum și orientarea către utilizarea tehnologiilor moderne, determină biblioteca universitară să adopte noi modele de organizare și funcționare. În acest context, devine deosebit de importantă dezvoltarea relațiilor de parteneriat între bibliotecă și universitate, în special în domenii precum:

- dezvoltarea și gestionarea resurselor documentare și informaționale;
- colaborarea cu departamentele universitare în procesul de formare a fondului documentar de specialitate, în concordanță cu necesitățile programelor de învățământ;
- dezvoltarea culturii informației în rândul utilizatorilor.

În societatea informațională contemporană, rolul bibliotecii se transformă semnificativ. Accentul se pune pe consolidarea imaginii instituționale a bibliotecii, pe integrarea și utilizarea tehnologiilor informaționale moderne și, implicit, pe îmbunătățirea calității serviciilor oferite utilizatorilor. Pentru a menține și a extinde comuni-

tatea de utilizatori, bibliotecile trebuie să identifice noi forme și metode de activitate, adaptate realităților actuale.

În contextul transformărilor generate de digitalizare, globalizare și dezvoltarea rapidă a tehnologiilor informaționale, biblioteca universitară își redefinește rolul în cadrul mediului academic. Extinderea sferei de influență a bibliotecii reflectă formarea unei noi paradigme a serviciilor informaționale, orientată spre integrarea resurselor tradiționale și digitale, dezvoltarea competențelor informaționale ale utilizatorilor și consolidarea parteneriatelor cu structurile academice. În această nouă paradigmă, biblioteca devine un centru activ de suport pentru educație, cercetare și comunicare științifică, contribuind la dezvoltarea mediului informațional și educațional al universității.

Extinderea domeniilor de activitate ale bibliotecii implică monitorizarea constantă a cererii de servicii, promovarea activă a acestora și identificarea de metode eficiente de servire a utilizatorilor. Astfel, biblioteca universitară își menține rolul central în sprijinirea și consolidarea activității academice a universității.

BIBLIOGRAFIE

17. CHERADI, N. Tipologia și sortimentul serviciilor prestate în biblioteca universitară. In: *Studia Universitatis Moldaviae (Seria Științe Sociale)*, 2014, nr. 3(73), pp. 23-29. ISSN 1814-3199.
18. SUVAC, N. Biblioteca universitară în spațiul informațional modern: noi oportunități, probleme, riscuri. În: *International Scientific Conference „30 years of economic reforms in the Republic of Moldova: economic progress via innovation and competitiveness": dedicated to the 30th Anniversary of the establishment of the Academy of Economic Studies of Moldova*, Chișinău, Moldova, September 24th-25th 2021. Chișinău, ASEM, 2022 Vol. 2 P. 395-398. ISBN978-9975-155-65-6.
19. ȚURCAN, N. Biblioteca universitară în contextul comunicării științifice: rezultatele unui sondaj. In: *Integrare prin cercetare și inovare.: Științe sociale*, 10-11 noiembrie 2014, Chișinău. Chisinau, Republica Moldova: Centrul Editorial-Poligrafic al Universității de Stat din Moldova, 2014, Vol.1, R, SS, pp. 4-6. Disponibil: https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/99759 [accesat 2026-04-03].
20. URSACHI, L. Practici privind știința deschisă în biblioteca universitară. In: *Science and education: new approaches and perspectives*, Ed. 26, 21-22 martie 2024, Chișinău. Chișinău: CEP UPSC, 2024, Seria 26, Vol.4, pp. 260-270. ISBN 978-9975-46-947-0. Disponibil: https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/214638 [accesat 2026-04-03].
21. ГЕНДИНА, Н. И. *Концепция формирования информационной культуры личности: опыт разработки и реализации*. Электронный ресурс. Disponibil: https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-formirovaniya-informatsionnoy-kultury-lichnosti-opyt-razrabotki-i-realizatsii [accesat 2026-03-28].
22. ДВОРКИНА, М. Я. «Новое» как характеристика библиотечно-информационной деятельности. Библиотековедение, 2017, т. 66, № 5, сс. 496-502. DOI: 10.25281/0869-608X-2017-66-5-496-502.
23. ШАМАТОНОВА, Г. Л. Библиотека вуза в изменяющемся образовательном пространстве. *Научные и технические библиотеки*, 2017, N 2, сс. 51-56. ISSN 2686-8601.

PROTECȚIA DATELOR ÎN ECOSISTEMUL ACADEMIC DIGITAL PRIN APLICAREA STANDARDELOR ISO PRIVIND SECURITATEA INFORMAȚIEI

DATA PROTECTION IN THE DIGITAL ACADEMIC ECOSYSTEM BY APPLYING ISO STANDARDS ON INFORMATION SECURITY

Elena BORDIAN, șefa Bibliotecii Republicane Tehnico-Științifice, Institutul Național de Cercetări Economice, ASEM

Elena LUPU, șefă de secție Colecții Speciale, Biblioteca Republicană Tehnico-Științifică a INCE, ASEM

Ecaterina COȘLEȚ, bibliotecar principal, secția Colecții Speciale, Biblioteca Republicană Tehnico-Științifică a INCE, ASEM

Elena BORDIAN, head of the library, The Technical-Scientific Republican Library of NIER, Academy of Economic Studies of Moldova
ORCID: 0000-0002-2052-7323
e-mail: bordian.elena@ase.md

Elena LUPU, Head of Special Collections Section, The Technical-Scientific Republican Library of NIER, Academy of Economic Studies of Moldova
ORCID: 0000-0001-9065-4638
e-mail: elenalmd@gmail.com

Ecaterina COȘLEȚ, Principal Librarian, Special Collections Section, The Technical-Scientific Republican Library of NIER, Academy of Economic Studies of Moldova
ORCID: 0000-0003-0965-1208
e-mail: ecaterinacoslet3@gmail.com

CZU: 004.056:006.44:378
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p387-396

Abstract. The paper analyzes the conceptual framework of information security, highlighting its main components – confidentiality, integrity, authenticity and availability – as well as the related concepts of risk, vulnerability and threat. At the same time, the legal and ethical obligations regarding the protection of user data are examined, in correlation with the national legislative framework of the Republic of Moldova and with the regulations on access to information and the protection of personal data. The emphasis is placed on the role of international standards from the ISO/IEC 27000 family, which provide a systemic framework for the implementation of information security management in academic institutions. The risks specific to the digital academic ecosystem are analyzed, including cyber attacks, unauthorized access and misuse of information resources. The importance of complying with licensing agreements for access to scientific databases and the role of libraries in protecting intellectual property are highlighted. In this regard, institutional security policies, digital education of users and the implementation of appropriate technical measures become para-

mount for maintaining a secure academic environment. Data protection and information security are strategic components of modern academic governance, and the application of ISO/IEC 27000 standards facilitates the development of a resilient, responsible and sustainable digital ecosystem.

Keywords: information security; academic ecosystem; data protection; ISO standards.

Introducere

Evoluțiile recente în domeniul tehnologiilor informaționale au determinat o reconfigurare profundă a mediului academic, în care procesele educaționale și de cercetare sunt tot mai mult mediate de infrastructuri digitale. Universitățile și bibliotecile academice operează astăzi într-un ecosistem complex, caracterizat prin interconectivitate, volum mare de date și acces distribuit la diverse resurse informaționale. Gestionarea eficientă a informației este inseparabilă de asigurarea securității acesteia. Creșterea dependenței de platforme digitale, servicii cloud și sisteme informatice integrate amplifică expunerea instituțiilor la riscuri cibernetice, breșe de securitate și utilizări neautorizate ale datelor. Prin urmare, protecția datelor devine o dimensiune strategică a funcționării instituțiilor academice, fiind necesară pentru protejarea integrității proceselor educaționale și a rezultatelor cercetării.

În acest context, adoptarea unor cadre normative recunoscute la nivel internațional, precum standardele din familia ISO/IEC 27000, reprezintă o abordare sistemică a managementului securității informației. Aceste standarde oferă principii, metode și controale care permit instituțiilor să identifice vulnerabilitățile, să evalueze riscurile și să implementeze măsuri adecvate de protecție. Astfel, integrarea standardelor ISO în practicile instituționale nu doar că sprijină conformitatea cu reglementările în vigoare, dar și contribuie la consolidarea unui model de guvernanță digitală responsabil, bazat pe prevenție, transparență și reziliență. În mod particular, în cadrul bibliotecilor academice, acest demers capătă o importanță sporită, având în vedere rolul acestora în gestionarea resurselor informaționale și în protejarea datelor utilizatorilor într-un mediu digital dinamic.

Metodele și materialele aplicate

Prezenta cercetare are la bază analiza documentară a principalelor acte normative care reglementează securitatea informației în Republica Moldova. Demersul metodologic adoptat este de natură calitativă, fiind orientat spre interpretarea conținutului legislativ și corelarea acestuia cu practicile instituționale specifice mediului academic. În acest sens, lucrarea integrează următoarele metode și instrumente de cercetare:

– analiza documentară a standardelor relevante elaborate de Organizația Internațională de Standardizare [4];
– analiza cadrului legislativ național din Republica Moldova, în domeniul securității informației și protecției datelor;

– aplicarea unei abordări calitative, bazate pe evaluarea riscurilor și analiza măsurilor instituționale adoptate pentru diminuarea acestora.

Această abordare metodologică permite o înțelegere integrată a relației dintre cadrul normativ, standardele internaționale și practicile instituționale, evidențiind gradul de aliniere a instituțiilor academice la cerințele contemporane de securitate a informației.

Definirea conceptelor cheie

Securitatea informațiilor reprezintă un domeniu fundamental al guvernanței digitale, care include ansamblul măsurilor, politicilor și tehnologiilor destinate protejării informațiilor împotriva accesului neautorizat, utilizării abuzive, modificării sau distrugerii. În conformitate cu principiile promovate de Organizația Internațională de Standardizare, în special prin standardele din familia ISO/IEC 27000 [5], securitatea informațiilor urmărește asigurarea unor proprietăți fundamentale care garantează funcționarea sigură și fiabilă a sistemelor informaționale.

În acest cadru conceptual, principalele proprietăți ale securității informației sunt:

- *Confidențialitatea*, care asigură accesul exclusiv al persoanelor autorizate la informații, prevenind divulgarea sau utilizarea neautorizată;
- *Integritatea*, care garantează menținerea informațiilor în forma lor originală, fără modificări neautorizate pe parcursul stocării sau transmiterii;
- *Autenticitatea*, care confirmă identitatea sursei informației și veridicitatea acesteia;
- *Nerepudierea (apelabilitatea)*, care permite demonstrarea faptului că autorul unei informații nu poate nega ulterior crearea sau transmiterea acesteia.

În contextul sistemelor informatice, aceste caracteristici sunt completate de proprietăți operaționale de bază pentru funcționarea eficientă a infrastructurii digitale. Astfel, *fiabilitatea* reflectă capacitatea sistemului de a funcționa conform așteptărilor în condiții normale și excepționale, iar *precizia* vizează executarea corectă și completă a operațiunilor. *Controlul accesului* asigură aplicarea coerentă a drepturilor diferențiate asupra resurselor informaționale, în timp ce *auditabilitatea* permite verificarea și evaluarea continuă a componentelor sistemului. De asemenea, *controlul identității* garantează autenticitatea utilizatorilor prin mecanisme adecvate de autentificare, iar *toleranța la erori* contribuie la menținerea funcționalității sistemului chiar și în condiții adverse.

Literatura de specialitate și standardele internaționale definesc, totodată, o serie de concepte conexe esențiale pentru managementul securității informației. De exemplu: *amenințarea* reprezintă orice eveniment potențial, intenționat sau accidental, care poate afecta negativ procesele și sistemele organizaționale, în timp ce *vulnerabilitatea* desemnează o slăbiciune ce poate fi exploatată pentru a produce un impact nedorit. *Pierderile* reflectă consecințele negative, de natură financiară sau operaționa-

lă, rezultate din materializarea amenințărilor, iar *riscul* este definit ca o combinație între probabilitatea producerii unui eveniment și impactul acestuia asupra organizației, conform ISO/IEC 27001[4].

În ansamblu, securitatea informațiilor depășește dimensiunea strict tehnologică, presupunând o abordare integrată, care îmbină componente organizaționale, juridice și tehnice, cu scopul de a asigura continuitatea operațională și consolidarea încrederii în sistemele informaționale.

Protecția datelor utilizatorilor – obligație juridică și etică

În contextul transformării digitale a mediului academic, protecția datelor utilizatorilor devine o responsabilitate primordială, cu dublă dimensiune – juridică și etică. Bibliotecile academice nu mai gestionează doar colecții fizice, dar operează cu volume semnificative de date generate prin utilizarea serviciilor digitale, platformelor de acces la resurse electronice și sistemelor informatice integrate. În activitatea curentă, aceste instituții procesează o varietate de date, inclusiv date de identificare (nume, afiliere instituțională, adrese de e-mail), informații privind comportamentul informațional (istoric de împrumut, interogări în catalogul online, acces la baze de date științifice), precum și date statistice utilizate în scopuri de raportare și analiză instituțională. Gestionarea acestor date implică respectarea unor principii fundamentale, precum legalitatea prelucrării, minimizarea datelor colectate, transparența utilizării și asigurarea confidențialității. Din perspectivă juridică, bibliotecile trebuie să se conformeze cadrului normativ privind protecția datelor cu caracter personal, implementând politici și proceduri interne care să reglementeze accesul, stocarea și utilizarea informațiilor. În același timp, dimensiunea etică presupune responsabilitate față de utilizatori, prin protejarea vieții private și evitarea utilizării abuzive sau excesive a datelor colectate.

Riscurile asociate unei gestionări inadecvate a datelor sunt semnificative. Orice breșă de securitate poate conduce la divulgarea informațiilor personale, afectând direct utilizatorii și generând consecințe juridice pentru instituție. În plus, astfel de incidente pot compromite reputația bibliotecii și pot afecta relațiile contractuale cu furnizorii de resurse electronice, care impun standarde stricte privind securitatea accesului și protecția datelor. În acest context, atât protecția datelor personale ale utilizatorilor, cât și protecția resurselor de informare, trebuie abordate ca o componentă strategică a managementului informației, integrată în politicile instituționale și susținută prin implementarea unor măsuri tehnice și organizaționale adecvate. Bibliotecile academice își consolidează, în aceste condiții, rolul de furnizori de servicii informaționale sigure, contribuind la dezvoltarea unui mediu academic bazat pe încredere, responsabilitate și respectarea normelor etice și legale.

Cadrul legislativ național privind siguranța informației în Republica Moldova: în Republica Moldova, siguranța informației este o prioritate strategică la nivel național, acest domeniu fiind reglementat printr-un ansamblu de acte normative care stabilesc principiile, responsabilitățile și mecanismele de protecție a informației. Cadrul legislativ național privind siguranța informației include reglementări care

vizează protecția datelor cu caracter personal, securitatea sistemelor informatice și asigurarea confidențialității, integrității și disponibilității informațiilor. Printre cele mai relevante acte normative se regăsesc:

- Programul național de securitate cibernetică pentru perioada 2026–2030, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 821 din 29 decembrie 2025 [8]. Acest document strategic stabilește direcțiile principale de dezvoltare în domeniul securității cibernetice, incluzând: consolidarea capacităților instituționale de prevenire și răspuns la incidente; dezvoltarea infrastructurilor critice securizate; creșterea nivelului de educație și conștientizare în domeniul securității informației; alinierea la standarde și practici europene. Programul evidențiază importanța cooperării interinstituționale și a parteneriatelor public-private în gestionarea riscurilor cibernetice.

- Legea nr. 148 din 9 iunie 2023 privind accesul la informațiile de interes public [9], reglementează dreptul cetățenilor de a accesa informații deținute de autoritățile publice. Aceasta stabilește principiile transparenței și deschiderii instituționale, obligațiile autorităților de a furniza informații, limitele accesului, în cazul informațiilor sensibile. Această lege creează pentru biblioteci și instituții academice un echilibru între accesul liber la informație și protecția datelor sensibile.

- Legea nr. 195 din 25 iulie 2024 privind protecția datelor cu caracter personal [11], este un cadru modern, aliniat la standardele europene, pentru gestionarea datelor personale. Aceasta reglementează principiile prelucrării datelor (legalitate, transparență, minimizare), drepturile persoanelor vizate, responsabilitățile operatorilor de date, măsurile de securitate necesare. În mediul academic, aplicarea acestei legi este necesară pentru protejarea datelor studenților, cercetătorilor și utilizatorilor de bibliotecă.

- Legea nr. 299 din 21 decembrie 2017 privind aprobarea Concepției securității informaționale a Republicii Moldova [10], stabilește cadrul strategic general pentru protecția informației la nivel național. Sunt definite obiectivele securității informaționale, amenințările și riscurile majore, mecanismele de protecție instituțională. Concepția rămâne documentul de referință pentru dezvoltarea politicilor în domeniu.

Pentru instituțiile publice din domeniul culturii și educației, elaborarea cadrului legislativ național se bazează pe experiențe și reglementări internaționale, care presupune implementarea politicilor de securitate a informației. protejarea datelor utilizatorilor și a resurselor digitale, controlul accesului la baze de date licențiate, respectarea drepturilor de proprietate intelectuală.

Bibliotecile, în calitate de gestionari ai resurselor informaționale, au un rol primordial în promovarea securității informației și în asigurarea unui acces sigur și legal la cunoaștere. În acest context, un reper conceptual și operațional este **Declarația IFLA (International Federation of Library Associations and Institutions)** privind securitatea cibernetică (2022) [3]. Documentul recomandă bibliotecilor, care dețin control total sau parțial asupra propriilor sisteme informatice, să implementeze politici și măsuri tehnice orientate spre minimizarea riscurilor. Un principiu central îl reprezintă limitarea colectării și stocării datelor, inclusiv prin ștergerea istoricului de utilizare după perioade definite, în conformitate cu principiul minimizării datelor.

Declarația subliniază importanța implementării controalelor de securitate la nivel de infrastructură și puncte finale (stații de lucru, servere), în acord cu bunele practici internaționale reflectate de standarde precum ISO/IEC 27001, ISO/IEC 27002 și ISO/IEC 27032. Deși aceste standarde nu sunt întotdeauna accesibile integral, ele oferă un cadru de referință valoros pentru dezvoltarea sistemelor de securitate informațională.

La nivel instituțional, toate bibliotecile sunt îndemnate să elaboreze și să publice politici clare privind utilizarea acceptabilă a sistemelor informatice, protecția datelor și securitatea informației. Aceste politici trebuie să definească explicit tipurile de date colectate, scopul utilizării acestora, precum și procedurile aplicabile în cazul incidentelor de securitate. De asemenea, este semnificativă formarea continuă a personalului, astfel încât acesta să dețină competențe de bază în domeniul securității cibernetice și să poată aplica practici corecte în activitatea profesională. În Declarație este evidențiat și rolul bibliotecilor în dezvoltarea alfabetizării digitale a utilizatorilor. Prin activități educaționale și de informare, bibliotecile contribuie la creșterea capacității utilizatorilor de a identifica și evita amenințările cibernetice, consolidând astfel reziliența comunității academice.

La nivel macro, guvernele au responsabilitatea de a asigura resursele necesare și cadrul normativ adecvat pentru implementarea măsurilor de securitate, precum și de a promova politici care să combine eficiența protecției cibernetice cu respectarea drepturilor fundamentale, în special a dreptului la viață privată. În ansamblu, Declarația IFLA (2022)[4] promovează o abordare integrată și echilibrată a securității cibernetice în biblioteci, în care protecția datelor, transparența și responsabilitatea instituțională converg spre crearea unui mediu informațional sigur, etic și sustenabil.

Accesul la resursele informaționale științifice în mediul academic contemporan este reglementat prin acorduri de licențiere încheiate între instituțiile de învățământ superior și furnizori internaționali de conținut, precum Elsevier, Springer, EBSCO Information Services, Wiley, Taylor & Francis sau ProQuest. Ele stabilesc în mod explicit condițiile de utilizare a conținutului digital, incluzând limitele de descărcare, interdicția utilizării automate (de tip crawling sau scraping), cerințele de autentificare securizată și obligația protejării credențialelor (date de conectare, nume de utilizator și parolă) instituționale. Respectarea acestor prevederi nu are doar o dimensiune juridică, dar și una etică. Practicile abuzive – precum descărcările masive neautorizate, distribuirea ilegală a materialelor sau partajarea conturilor – pot conduce la suspendarea accesului pentru întreaga comunitate academică, afectând direct activitatea de cercetare și procesul educațional. Mecanismele de control al accesului și securitatea datelor devin instrumente necesare pentru protejarea interesului academic colectiv și pentru asigurarea unei utilizări sustenabile a resurselor informaționale. În paralel, bibliotecile academice gestionează un volum semnificativ de resurse digitale proprii, prin intermediul repozitoriilor instituționale și al platformelor de tip open access, precum DSpace, EPrints sau Fedora Commons. Aceste infrastructuri includ articole științifice, teze de doctorat, rapoarte de cercetare, seturi de date deschise și alte produse academice, a căror gestionare implică responsabilități sporite privind securitatea informației și protecția proprietății intelectuale.

Implementarea politicilor riguroase de securitate contribuie la prevenirea plagiatului, la evitarea modificărilor neautorizate ale metadatelor și conținutului, precum și la respectarea drepturilor morale și patrimoniale ale autorilor. De asemenea, este asigurată conformitatea cu embargourile editoriale și cu reglementările privind accesul deschis[1]. În așa mod, protecția datelor depășește dimensiunea strict tehnologică, fiind incluse într-un cadru mai amplu al politicilor de integritate academică și contribuie la fortificarea încrederii în ecosistemul cercetării și al diseminării rezultatelor științifice.

Ecosistemul academic digital – riscuri și vulnerabilități

Ecosistemul academic digital reprezintă o infrastructură complexă, construită pe interconectarea unor platforme și servicii obligatorii pentru educație și cercetare. Acesta include: *biblioteci electronice*, *repozitorii instituționale*, *baze de date științifice și platforme bibliometrice*, care, împreună, susțin un mediu colaborativ de generare, diseminare și valorificare a cunoașterii. Prin facilitarea accesului rapid la informație și prin integrarea resurselor la nivel global, acest ecosistem contribuie semnificativ la dezvoltarea comunicării academice. Dar, complexitatea și gradul ridicat de interconectare generează o serie de riscuri și vulnerabilități care necesită o gestionare atentă. Printre principalele amenințări se numără accesul neautorizat la datele personale ale utilizatorilor, pierderea sau alterarea informațiilor și atacurile cibernetice, precum phishing-ul sau ransomware-ul, care pot afecta funcționarea sistemelor informatice. De asemenea, există riscuri asociate scurgerilor de date privind rezultatele cercetării sau elemente de proprietate intelectuală, ceea ce poate avea consecințe asupra integrității științifice și competitivității instituționale. Repozitoriile instituționale, în absența unor măsuri adecvate de securitate, pot fi vulnerabile la compromiterea conținutului sau la accesul neautorizat.

Un alt aspect critic îl reprezintă utilizarea necorespunzătoare a credențialelor (date de conectare, nume de utilizator și parolă) academice și a conturilor instituționale, care poate facilita accesul ilegal la resurse licențiate și poate genera încălcări ale politicilor de utilizare. Astfel de situații pot afecta nu doar securitatea informației, dar și relațiile contractuale cu furnizorii de baze de date. În acest context, este necesară implementarea unor măsuri integrate de securitate, care să combine soluții tehnice, politici instituționale și educație digitală a utilizatorilor [1]. Doar printr-o abordare coerentă și preventivă poate fi asigurată protecția resurselor informaționale și menținerea unui mediu academic sigur, credibil și sustenabil.

Relevanța standardelor ISO/IEC 27000 în mediul academic

Organizația Internațională de Standardizare are un rol fundamental în elaborarea standardelor internaționale aplicabile într-o varietate de domenii, inclusiv producție, tehnologie, management și siguranță. Standardele din familia ISO/IEC 27000 [5; 6], oferă un cadru conceptual și metodologic integrat pentru protecția datelor

și gestionarea riscurilor în mediul digital. Aceste standarde promovează o abordare sistemică, bazată pe implementarea unui Sistem de Management al Securității Informației (SMSI), care permite organizațiilor să identifice, să evalueze și să controleze riscurile asociate informației.

Evoluția inițială a SMSI a avut la bază standardul ISO/IEC 27001 [4], în anii 1990, când British Standards Institution a elaborat standardul BS 7799, considerat primul cadru formal dedicat managementului securității informației, fiind supus periodic procesului de revizuire, menit să reflecte dinamica accelerată a tehnologiilor informaționale. În anul 2005, Organizația Internațională de Standardizare, în colaborare cu Comisia Electrotehnică Internațională, a preluat și dezvoltat acest cadru, publicând prima versiune a standardului internațional ISO/IEC 27001:2005. Edițiile ISO/IEC 27001:2013 și ISO/IEC 27001:2022 [4] au introdus cerințe actualizate privind managementul riscurilor, controlul securității și alinierea la noile realități digitale care permit organizațiilor să adopte un sistem de management al securității informației adaptat mediului contemporan, facilitând totodată obținerea certificării conform standardului și consolidarea încrederii în capacitatea lor de a proteja informațiile.

Cele mai relevante standarde din familia ISO/IEC 27000 pentru mediul academic sunt prezentate în Tabelul 1.

Tabelul 1. Standarde din grupul ISO/IEC 27000 pentru mediul academic

STANDARDE DIN GRUPUL ISO/IEC 27000 PENTRU MEDIUL ACADEMIC	
ISO/IEC 27000: 2018	Tehnici de securitate – Sisteme de management al securității informațiilor - Prezentare generală și vocabular
ISO/IEC 27001: 2022	Securitatea informațiilor, securitatea cibernetică și protecția confidențialității – Sisteme de management al securității informațiilor – Cerințe
ISO/IEC 27002: 2022	Securitatea informațiilor, securitatea cibernetică și protecția confidențialității – Controale de securitate a informațiilor
ISO/IEC 27003: 2017	Tehnici de securitate – Sisteme de management al securității informațiilor – Ghid
ISO/IEC 27004: 2016	Tehnici de securitate – Managementul securității informațiilor - Monitorizare, măsurare, analiză și evaluare
ISO/IEC 27005: 2022	Securitatea informațiilor, securitatea cibernetică și protecția confidențialității. Îndrumări privind gestionarea riscurilor de securitate a informațiilor
ISO/IEC 27006-1: 2024	ISO/IEC 27006-1:2024 Securitatea informațiilor, securitatea cibernetică și protecția confidențialității – Cerințe pentru organismele care asigură auditul și certificarea sistemelor de management al securității informațiilor Partea 1: Generalități
ISO/IEC 27032:2023	Securitate cibernetică – Linii directoare pentru securitatea internetului
ISO/IEC 27102: 2019	Securitatea informațiilor, securitatea cibernetică și protecția confidențialității – Linii directoare pentru aplicarea ISO/IEC 27001 și a standardelor conexe în sprijinul asigurărilor cibernetice

Utilizarea standardelor ISO/IEC 27000, oferă o abordare sistematică a protecției datelor în ecosistemul academic digital, inclusiv în biblioteci. Aceste standarde ajută la stabilirea unui sistem eficient de management al securității informațiilor (SMSI), la minimizarea riscului de încălcare a datelor și la respectarea cerințelor legale. Bibliotecile, ca centre pentru prelucrarea a datelor de cercetare, pot utiliza aceste standarde pentru a spori încrederea utilizatorilor, asigurând confidențialitatea, integritatea și disponibilitatea informațiilor. Transformarea digitală a bibliotecilor universitare necesită integrarea unor astfel de cadre de reglementare pentru dezvoltarea durabilă a ecosistemului.

Concluzii. Protecția datelor în ecosistemul academic digital se conturează ca o dimensiune fundamentală a guvernanței instituționale, depășind sfera tehnică și integrându-se în strategiile de dezvoltare organizațională. Standardele elaborate de Organizația Internațională de Standardizare din familia ISO/IEC 27000 oferă un cadru coerent și robust pentru organizarea securității informației și protecția datelor cu caracter personal. Analiza realizată permite formularea unui grup de direcții fundamentale care reflectă principalele priorități în domeniu:

- structurarea unui sistem coerent de management al securității informației, adaptat specificului mediului educațional și de cercetare;
- elaborarea și aplicarea politicilor instituționale de securitate a informației;
- utilizarea criptării pentru datele sensibile și prevenirea accesului neautorizat la informații critice;
- realizarea periodică a auditurilor de securitate;
- identificarea vulnerabilităților infrastructurii IT și adoptarea măsurilor corective bazate pe evaluarea riscurilor;
- dezvoltarea continuă a competențelor personalului și utilizatorilor în domeniul securității informației;
- formarea culturii organizaționale orientate spre prevenție, responsabilitate și utilizare sigură a resurselor digitale.

Implementarea unui Sistem de Management al Securității Informației (SMSI), conform ISO/IEC 27001, în corelație cu cadrul legislativ național contribuie la edificarea unui mediu academic sigur, sustenabil și competitiv la nivel internațional. Respectarea standardelor ISO favorizează dezvoltarea unui model viabil de guvernanță digitală, orientat spre prevenție, securitate și consolidarea rezilienței instituționale.

BIBLIOGRAFIE

1. ALEXEI, Arina. Ensuring information security in public organizations in the Republic of Moldova through the ISO 27001 standard. *Journal of Social Sciences*, 2021, vol. 4, nr. 1, pp. 84–94. ISSN 2587-3490, eISSN 2587-3504. Disponibil: https://doi.org/10.52326/jss.utm.2021.4(1).11 [accesat 2026-03-04].
2. EUR-Lex. Directiva (UE) 2022/2555 a Parlamentului European și a Consiliului din 14 decembrie 2022 privind măsuri pentru un nivel comun ridicat de securitate cibernetică în Uniune, de modificare a Regulamentului (UE) nr. 910/2014 și a Directivei (UE) 2018/1972 și de abrogare a Directivei (UE) 2016/1148 (Directiva NIS 2) (Text cu rele-

vanță pentru SEE) Disponibil: https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2022/2555/oj [accesat 2026-03-06].

3. INTERNATIONAL FEDERATION OF LIBRARY ASSOCIATIONS AND INSTITUTIONS. *IFLA Statement on Cybersecurity*. 13 aprilie 2022. Disponibil: https://www.ifla.org/news/ifla-statement-on-cybersecurity/ [accesat 2026-03-11].
4. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO/IEC 27001:2022 Information security, cybersecurity and privacy protection — Information security management systems — Requirements*. Geneva: ISO, 2022. Disponibil: https://www.iso.org/standard/27001 [accesat 2026-03-10].
5. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO/IEC 27002:2022 Information security, cybersecurity and privacy protection — Information security controls*. Geneva: ISO, 2022. Disponibil: https://www.iso.org/standard/75652.html [accesat 2026-03-12].
6. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO/IEC 27005:2022 Information security risk management*. Geneva: ISO, 2022. Disponibil: https://www.iso.org/standard/80585.html [accesat 2026-03-12].
7. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO/IEC 27701:2025 Information security, cybersecurity and privacy protection — Privacy information management systems — Requirements and guidance*. Geneva: ISO, 2025. Disponibil: https://www.iso.org/standard/27701 [accesat 2026-03-12].
8. Hotărâre cu privire la aprobarea Programului național de securitate cibernetică pentru anii 2026–2030: nr. 821 din 29-12-2025. *Monitorul Oficial al Republicii Moldova*, 2026, nr. 656–658, art. 838. ISSN 2587-389X, eISSN 2587-3903. Disponibil: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=152334&lang=ro [accesat 2026-03-06].
9. Lege privind accesul la informațiile de interes public: nr. 148 din 09.06.2023. *Monitorul Oficial al Republicii Moldova*, 2023, nr. 234, art. 410. ISSN 2587-389X, eISSN 2587-3903. Disponibil: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=137908&lang=ro [accesat 2026-03-06].
10. Lege privind aprobarea Concepției securității informaționale a Republicii Moldova: nr. 299 din 21.12.2017. *Monitorul Oficial al Republicii Moldova*, 2018, nr. 48–57, art. 122. ISSN 2587-389X, eISSN 2587-3903. Disponibil: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=105660&lang=ro [accesat 2026-03-05].
11. Lege privind protecția datelor cu caracter personal: nr. 195 din 25.07.2024. *Monitorul Oficial al Republicii Moldova*, 2024, nr. 367–369, art. 574 ISSN 2587-389X, eISSN 2587-3903. Disponibil: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=144681&lang=ro [accesat 2026-03-02].
12. Lege privind securitatea cibernetică: nr. 48 din 16.03.2023. *Monitorul Oficial al Republicii Moldova*, 2023, nr. 151–153, art. 325 ISSN 2587-389X, eISSN 2587-3903 [online]. Disponibil: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=136732&lang=ro [accesat 2026-03-02].

ASPECTE LEGALE UE PRIVIND PROTECȚIA DREPTULUI DE AUTOR ÎN CREAREA ȘI GESTIONAREA BIBLIOTECII DIGITALE

COPYRIGHT PROTECTION ASPECTS EU IN THE CREATION AND MANAGEMENT DIGITAL LIBRARY

Ala SUSARENCO, șef Serviciu Informațional,
Biblioteca Științifică a UPS „Ion Creangă" din Chișinău

Ala SUSARENCO, Head of Information Service,
Scientific Library of "Ion Creanga" SPU of Chisinau
ORCID: 0009-0008-3110-5362
e-mail: ala.susarenco@gmail.com

CZU: 347.78:027.7+004.738.5
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p397-402

Abstract. This study analyzes the legal aspects of the EU, as well as the Republic of Moldova and Romania regarding copyright protection in the creation of a Cross-border digital library by two institutions: University "Dunarea de Jos" from Galati, Romania and State Pedagogical University "Ion Creanga" from Chisinau, Republic of Moldova. This common platform will facilitate equitable access to quality educational resources for students, teachers, pupils and researchers from both countries, will contribute to the modernization of the educational process and the strengthening of academic cooperation between the two institutions.

Keywords: copyright, legal framework, directive, exceptions and limitations, digital library, act of reproduction, CBOL

Bibliotecile digitale reprezintă o resursă esențială în era informației digitale cu un impact relevant în domeniul educației. Acestea oferă utilizatorilor o gamă diversă de resurse, inclusiv cărți, articole științifice, materiale didactice etc., iar tehnologiile moderne de căutare și indexare permit utilizatorilor să găsească rapid informațiile necesare, economisind timp și efort. Un alt aspect ce conferă importanță majoră bibliotecilor digitale ține de colaborarea între cercetători și instituții la scară internațională, precum și partajarea resurselor și a cunoștințelor.

Bibliotecile universitare realizează progrese semnificative în implementarea tehnologiilor societății informaționale și crearea spațiului informațional de resurse în sprijinul educației și cercetării prin crearea bibliotecilor digitale. Proiectul „Online Cross-Border University Library for Equitable Access to High-Quality Educational Services" (CBOL) are drept scop crearea Bibliotecii online transfrontaliere, avându-i ca parteneri pe Universitatea „Dunărea de Jos" din Galați și Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă" din Chișinău. Prin crearea Bibliotecii online transfrontaliere, se optează pentru accesul echitabil la resurse educaționale de calitate pentru studenți, cadre didactice, elevi și cercetători din ambele țări prin partajarea resurselor.

În acest sens, prezintă interes aspectele legale ale bibliotecilor digitale, care se concentrează pe gestionarea dreptului de autor (copyright). Digitizarea publicațiilor,

gestionarea accesului și utilizarea etică a informației sunt guvernate de directivele UE, precum și de reglementările interne ale statelor membre.

Printre directivele care armonizează dreptul de autor se regăsesc: Directiva 2019/790 privind dreptul de autor pe piața unică (DSM); Directiva 2001/29/CE privind armonizarea anumitor aspecte ale dreptului de autor și drepturilor conexe în societatea informațională (InfoSoc); Directiva 2006/116/CE privind durata de protecție a dreptului de autor și a anumitor drepturi conexe; Directiva 2012/28/UE privind anumite utilizări permise ale operelor orfane etc.

În acest articol vom examina excepțiile esențiale introduse de directivele DSM (2019/790/UE) și InfoSoc(2001/29/CE), care permit universităților și bibliotecilor să reproducă și să comunice opere protejate în scopuri educaționale. Cea mai relevantă este excepția pentru educaie, care admite utilizarea operelor și a altor obiecte protejate în activități didactice digitale și transfrontaliere. Astfel, pentru a asigura un acces mai larg la cunoștințe și la cercetarea științifică, se introduc excepțiile de la dreptul de autor privind extragerea textului și a datelor în scopuri de ilustrare didactică și conservarea patrimoniului cultural [1].

Excepția pentru educație sau predare, este abordată într-un mod specific de art. 5 alin. (3) lit.(a) din InfoSoc: „a) utilizarea în scopul unic de ilustrare în cadrul procesului educativ sau al cercetărilor științifice, atât timp cât sunt indicate sursele, inclusiv numele autorului, cu excepția cazurilor în care acest lucru se dovedește imposibil și în măsura justificată de scopurile necomerciale urmărite;" [3].

Pe de altă parte, directiva DSM vine să completeze prevederile din InfoSoc, impunând respectarea unor condiții obligatorii în utilizarea digitală a operelor sau a altor obiecte protejate de dreptul de autor în scopul unic de ilustrare didactică, în măsura justificată de scopul necomercial urmărit, după cum urmează:

„(a) să aibă loc sub responsabilitatea unei instituții de învățământ, în clădirea acesteia sau în alt loc, sau într-un mediu electronic securizat la care au acces doar elevii sau studenții și cadrele didactice ale instituției de învățământ;

„(b) să fie însoțită de indicarea sursei, inclusiv a numelui autorului, cu excepția cazurilor în care acest lucru se dovedește imposibil" [1, art.5].

Este de concretizat, că utilizarea operelor în scop unic de ilustrație didactică într-o instituție de învățământ poate fi permisă doar dacă legislația internă a statului, în care se află instituția, a adoptat art. 5 din DSM, în special, această excepție, cu respectarea condițiilor citate mai sus.

Excepții și limitări de la dreptul de reproducere

Articolul 5 „Excepții ș i limitări", alin. (2) din IfoSoc consacră acele excepții și limitări de la dreptul de reproducere, care pot fi prevăzute în legislația internă a statelor membre, printre care, la litera c) se regăsesc bibliotecile și instituțiile de învățământ, care pot reproduce opere aflate sub protecția dreptului de autor, al căror scop nu este obținerea de avantaje comerciale sau economice directe sau indirecte [3,

art. 5]. Precizăm că directiva InfoSoc este transpusă totalmente în Legea cu privire la dreptul de autor și drepturile conexe nr. 30/2022 a Republicii Moldova.

Articolul 6 "Conservarea patrimoniului cultural" din DSM instituie o excepție obligatorie privind permiterea instituțiilor de conservare a patrimoniului cultural (biblioteci, arhive) să realizeze copii ale oricăror opere sau alte obiecte protejate din colecțiile lor permanente, în orice format sau pe orice suport, în scopuri de conservare și restaurare [1].

Deși prevederile sale permit statelor membre să introducă sau să mențină anumite limitări sau excepții de la drepturile de reproducere și drepturile de comunicare, acestea sunt opționale și nu pot depăși domeniul de aplicare stabilit de DSM.

Din cele relatate, putem conchide că noile norme din DSM, precum și modificările operate în InfoSoc vin să adapteze legislația statelor membre la era digitală, introducând excepții privind utilizarea operelor protejate de dreptul de autor în scopuri didactice, limitări de la dreptul de reproducere pentru conservarea patrimoniului cultural și excepții sau limitări în cazul extragerii textului și a datelor.

Directiva 2012/28/UE privind anumite utilizări permise ale operelor orfane stabilește un cadru legal unitar, care permite bibliotecilor să digitizeze și să ofere acces la operele orfane. Scopul urmărit este promovarea accesului online la patrimoniul cultural european și adaptarea legislației dreptului de autor la mediul digital, precum și digitizarea și punerea la dispoziția publicului (acces online) în scopuri culturale și educaționale[2].

Însă trebuie să specificăm, că implementarea în practică a excepțiilor și limitărilor introduse de DSM, InfoSoc reclamă mai multe probleme, legate de aria variată a cadrului legislativ privind dreptul de autor în statele UE. În anul 2025 Comisia Europeană a elaborat raportul *Copyright in distance education and research Exploring the role of copyright in facilitating access to digital collections of libraries and other public interest institutions*, care examinează cum este protejat dreptul de autor atunci când instituțiile culturale, educaționale și de cercetare (inclusiv biblioteci, instituții de învățământ, organizații de cercetare și muzee) oferă acces de la distanță la materiale digitale în scopuri educaționale și de cercetare. Raportul se concentrează pe domeniile de politică intersectate ale educației, cercetării și culturii - fiecare guvernată de cadre legislative distincte, care le modelează structurile interne – și de normele privind dreptul de autor, care includ excepții și limitări relevante. În special, au fost analizate modalitățile posibile de a gestiona mai eficient o serie de utilizări permise în temeiul excepțiilor și limitărilor prevăzute de directiva DSM. Potrivit acestui raport *Excepția privind consultarea la fața locului* prevăzută de art. 5 Directiva DSM este criticată de utilizatori pentru lipsa sa de practicitate în era digitală. Există solicitări pentru modernizarea acestei excepții, pentru a include accesul la distanță, deși acest lucru trezește îngrijorări în rândul titularilor de drepturi cu privire la posibila difuzare neautorizată. Printre posibilele soluții echilibrate se numără posibilitatea de a pune operele la dispoziție prin intermediul dispozitivelor utilizatorilor și implementarea unor medii sigure pentru accesul la distanță [4].

Limitări și excepții de la Dreptul de reproducere în legislația RM

Legea nr. 30 din 28.07.2022 privind dreptul de autor și drepturile conexe a Republicii Moldova se aliniază la standardele europene, inclusiv prin transpunerea a 9 directive ale UE și altor 3 directive parțial: Directiva InfoSoc este transpusă integral, iar DSM – parțial. Excepțiile și limitările exercitării dreptului de autor sunt dispuse în cap.9, art. 56 și 57, care pot fi aplicate în anumite condiții, stabilite de lege: „cu condiția să nu contravină utilizării normale a operelor sau a altor obiecte protejate și să nu prejudicieze interesele legitime ale autorilor sau ale titularilor de drepturi"[5].

Conform art. 56, (2), lit. a) *Limitări de la dreptul de reproducere*, bibliotecile publice și instituțiile de învățământ au dreptul să reproducă fără consimțământul autorului opera acestuia, fără ca să plătească acestuia o remunerație, dacă nu se urmărește obținerea avantajelor comerciale.

Iar potrivit art. 57 *Excepții și limitări de la dreptul de reproducere, dreptul de radiodifuzare, dreptul de comunicare publică și dreptul de punere la dispoziția publicului*, alin. (1) „Sunt permise, fără consimțământul autorului sau al titularului de drepturi și fără plata vreunei remunerații, reproducerea, radiodifuzarea, comunicarea publică și punerea la dispoziția publicului a operelor și a altor obiecte protejate aduse anterior la cunoștința publicului în următoarele cazuri:

a) utilizarea în scopul unic de ilustrare în cadrul procesului educativ sau al cercetărilor științifice, în măsura justificată de scopurile necomerciale urmărite;

n) utilizarea în scopul cercetării sau studiului privat, prin comunicarea sau punerea la dispoziția publicului, prin intermediul unor terminale speciale aflate în clădirile instituțiilor menționate la art. 56 alin. (2) lit. a), a unor opere sau a altor obiecte protejate cuprinse în cadrul colecțiilor lor, care nu fac obiectul condițiilor de achiziționare sau de licențiere"[5]. După cum observăm, legiuitorul moldovean pune condiția ca operele reproduse de o bibliotecă, de exemplu, să fie aduse anterior la cunoștința publicului. Articolul citat este compatibil DSM și InfoSoc. Conchidem deci, că bibliotecile universitare pot reproduce opere aflate sub protecția dreptului de autor în scopuri educaționale, care pot fi utilizate în medii digitale sigure, sub responsabilitatea instituției de învățământ și fără a urmări obținerea de avantaje comerciale.

Limitele exercitării Dreptul de autor în România

Legea 8/1996 a României privind Dreptul de autor și drepturile conexe este principalul act normativ în România, care reglementează protecția operelor literare, artistice sau științifice și a altor creații intelectuale. Legea 8/1996 fiind actualizată frecvent stabilește aceleași excepții recomandate de directivele UE. Astfel, art. 35, alin. (1) din cap. 6 *Limitele exercitării dreptului de autor* stabilește condițiile în care operele aduse anterior la cunoștința publică pot fi reproduse fără ca titularii de drepturi de utilizare sau autorii să fie prejudiciați. În principal, ne interesează literele d) și e) care stabilesc condițiile în care bibliotecile pot reproduce operele fără consimțământul autorului și fără a plăti remunerație, după cum urmează: „d) reproducerea pentru informare și cercetare de scurte extrase din opere, în cadrul bibliotecilor, muzeelor,

filmotecilor, fonotecilor, arhivelor instituțiilor publice culturale sau științifice, care funcționează fără scop lucrativ; reproducerea integrală a exemplarului unei opere este permisă, pentru înlocuirea acestuia, în cazul distrugerii, al deteriorării grave sau al pierderii exemplarului unic din colecția permanentă a bibliotecii sau a arhivei respective. e) reproducerile specifice realizate de bibliotecile accesibile publicului, de instituțiile de învățământ sau de muzee ori de către arhive, care nu sunt realizate în scopul obținerii unui avantaj comercial sau economic, direct ori indirect"[6].

Din textul legii deducem niște reguli care condiționează copierea integrală a unei opere în biblioteci: Copierea trebuie să fie în scop educațional, de cercetare sau pentru conservarea patrimoniului, dar nu în scop comercial. Se ia în considerație starea cărții, pentru a înlocui un exemplar degradat, pierdut sau furat din colecția proprie, dacă nu poate fi achiziționat altul similar. Însă atragem atenția că o bibliotecă nu are dreptul de a copia și distribui integral cărți protejate de dreptul de autor care sunt disponibile comercial.

Crearea bibliotecii universitare online transfrontaliere,
Proiectul CBOL – cadrul legal.

Din analiza efectuată a cadrului legal al UE, României și Republicii Moldova privind dreptul de autor conchidem legalitatea reproducerii (scanarea, copierea) cărților din colecțiile bibliotecii universitare și includerea acestora în biblioteca digitală, pentru a le pune la dispoziția utilizatorilor în scopul de a susține studiul și cercetarea, oferind acces restricționat, utilizând conturi instituționale, oferind acces studenților și cadrelor didactice în locuri special amenajate, fără a se urmări avantaje comerciale. În acest sens Proiectul CBOL prevede înființarea a două Centre universitare de resurse educaționale, iar de curând va fi inaugurat cel din cadrul BȘ UPSC.

Se preconizează limitarea posibilității de a descărca sau imprima documentele, aceasta fiind o măsură tehnică de protecție necesară pentru a demonstra că nu se facilitează pirateria, ci doar accesul la studiu. Operele orfane sau ieșite din uz for fi digitizate fără restricții, având la bază o strategie de selecție a documentelor pentru scanare: pornind de la cărți cu valoare pedagogică înaltă, documente de valoare științifică, cărți rare, dificil de abordat, care prezintă surse în raport cu structura curriculei universitare și cu ponderea disciplinelor de studii, documente vechi, care prezintă surse de documentare majore pentru cercetări din domenii ca istoria, filologia, științele educației.

Concluzii. Dacă bibliotecă digitală este securizată, restrictivă la descărcare/tipărire și utilizată strict pentru scopuri academice, iar reproducerea se încadrează în condițiile stabilite de lege, atunci aceasta se încadrează în cadru legal privind dreptul de autor din România și Republica Moldova. Digitizarea este o soluție crucială pentru conservarea patrimoniului, dar și pentru asigurarea informațională a procesului de studii și cercetare, or aceasta trebuie gestionată printr-un cadru juridic riguros pentru a evita încălcarea dreptului de autor. O strategie eficientă de scanare trebuie să stabilească ce și cât digitizăm, punând accent pe valoarea patrimonială, starea de

conservare a colecțiilor și drepturile de autor. Fără criterii clare de selecție, resursele pot fi irosite pe documente care nu prezintă interes public sau care pot fi gestionate mai bine prin alte metode.

BIBLIOGRAFIE

1. Directiva (UE) 2019/790 a Parlamentului European și a Consiliului din 17 aprilie 2019 privind dreptul de autor și drepturile conexe pe piața unică digitală și de modificare a Directivelor 96/9CE și 2001/29/CE. Disponibil: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019L0790 [accesat 2025-03-11]
2. Directiva 2012/28/UE a Parlamentului European și a Consiliului din 25 octombrie 2012 privind anumite utilizări permise ale operelor orfane. Disponibil: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012L0028&from=ES [accesat 2025-03-12]
3. Directiva 2001/29/CE a Parlamentului European și a Consiliului din 22 mai 2001 privind armonizarea anumitor aspecte ale dreptului de autor și drepturilor conexe în societatea informațională. Disponibil:https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/PDF/?uri=CELEX:32001L0029 [accesat 2025-03-13]
4. EUROPEAN COMMISSION. *Copyright in distance education and research – Exploring the role of copyright in facilitating access to digital collections of libraries and other public interest institutions. Final report*. 2025. Online. ISBN978-92-68-27741-6 (PDF). Disponibil: https://data.europa.eu/doi/10.2759/4694352
5. Legea privind dreptul de autor și drepturile conexe: nr. 30 din 28.07.2022. *Monitorul Oficial*. 2022, nr. 278-282, art. 578.
6. Legea 8/1996 a României privind dreptul de autor și drepturile conexe (republicată). *Monitorul Oficial*. 2018, nr. 489 din 14 iunie.

IDENTIFICATORII PERSISTENȚI ȘI METADATELE ASOCIATE – INSTRUMENTE STRATEGICE PENTRU ȘTIINȚĂ DESCHISĂ ȘI INTEROPERABILITATE

PERSISTENT IDENTIFIERS AND ASSOCIATED METADATA – STRATEGIC TOOLS FOR OPEN SCIENCE AND INTEROPERABILITY

Valentina STRATAN, șefa secției Resurse Electronice,
Universitatea Tehnică a Moldovei

Valentina STRATAN, Head of the Electronic Resources Section,
Technical University of Moldova
ORCID: 0000-0002-2709-2131
e-mail: valentina.nastas@lib.utm.md

CZU: 001.89:004.65
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p403-411

Abstract. The development of a long-term strategy for research institutions is essential to ensure the accessibility of resources and the effective use of references. In the context of a continuously evolving research ecosystem, metadata and persistent identifiers represent fundamental components for ensuring research discoverability, transparency, and reproducibility. Persistent identifiers enable long-term traceability and facilitate the interconnection of research outputs, researchers, institutions, and funders.

Keywords: persistent identifiers, research ecosystem, Crossref, ORCID, ROR, interoperability, workflows

Identificatorii persistenți – instrumente esențiale pentru accesarea datelor

În cadrul activității de cercetare, este necesară abordarea a două aspecte esențiale.

1. Depozitarea resurselor în arhive bine structurate, care să garanteze existența, accesibilitatea și autenticitatea, în vederea facilitării citării și utilizării acestora în referințe.

2. Asigurarea stabilității referințelor către resurse, în contextul caracterului dinamic al depozitelor digitale, supuse unor procese continue de migrare (modificări de hardware și software, schimbări de formate etc.).

Odată cu dezvoltarea tehnologiilor digitale și a Internetului, a fost introdus sistemul Handle, care permite identificarea unică și persistentă a obiectelor digitale. Organizații precum Crossref și DataCite contribuie la asigurarea identificării unice și a accesibilității persistente a resurselor de cercetare la nivel global, prin utilizarea sistemului Handle.

Identificatorii persistenți (IDP) reprezintă identificatori digitali unici la nivel global, rezolvabili automat de sistemele informatice, asociați cu metadate și utilizați pentru identificarea neambiguă a entităților.

Valorile unice ale IDP sunt definite în funcție de cerințele sistemului sau ale aplicației în care sunt implementate și pot fi generate automat, inclusiv prin algoritmi aleatorii, alocate incremental sau selectate de utilizator.

Metoda standard de rezoluție/rezolvare a unui IDP constă în utilizarea unui tabel de mapare, în care fiecărui IDP îi este asociat un URL-țintă. Rezoluția se referă la procesul de transformare a unui identificator într-o resursă. Este important de evidențiat că atât persistența, cât și rezoluția sunt asigurate numai printr-un proces de administrare continuă. Instituția care solicită înregistrarea IDP in sistem, are responsabilitatea de a garanta menținerea pe termen lung a identificatorilor, precum și actualizarea permanentă a corespondenței acestora cu locațiile curente ale resurselor la care fac referire.

Esența URI, URL și URN în identificarea resurselor

Modul de identificare și accesare a resurselor disponibile în Internet este esențial. Fiecare obiect digital (pagină web, dată sau resursă) este asociat cu un identificator – un șir de caractere care ghidează utilizatorii și sistemele către informația solicitată. Termenii URI, URL și URN au roluri distincte și importante în ecosistemul digital. [10]

În centrul acestui sistem se află *Identificatorul Uniform de Resurse* (URI), un concept general care include toate modalitățile de identificare a resurselor pe internet. Un identificator URI poate indica locația, numele unei resurse sau o combinație a acestora.

Un Localizator Uniform de Resurse (URL) constituie o formă particulară de URI, utilizată pentru identificarea și localizarea paginilor web printr-un protocol (http://, https://, ftp:// ș.a.), astfel încât, în momentul în care sunt solicitate de către un browser, acestea să poată fi accesate și furnizate utilizatorilor.

Toate URL-urile sunt URI-uri, dar nu toate URI-urile sunt URL-uri. Un URI identifică o resursă, dar nu neapărat o localizează pe web.

Structura unui URI este standardizată în vederea asigurării interoperabilității între sisteme și platforme eterogene. Aceasta urmează o sintaxă specifică, care definește modul de construcție al identificatorului și include, în forma sa minimală, următoarele componente: schemă, autoritate și cale. Schemă indică protocolul utilizat pentru interacțiune, autoritatea reprezintă punctul de acces către resursă, iar calea specifică resursa solicitată [8].

Ex. URI: https://danielmiessler.com/blog/difference-between-uri-url

În acest exemplu, https este schema care indica protocolul, danielmiessler.com este autoritatea care specifică gazda, iar /blog/difference-between-uri-url este calea către resursa solicitată. Dacă în sintaxa unui URI este indicat un protocol, acesta poate fi numit URL.

Un Nume Uniform de Resursă (URN) reprezintă o categorie de URI utilizată pentru identificarea unei resurse prin intermediul unui nume definit într-un anumit spațiu de nume. Un URN permite referirea la o resursă fără a implica localizarea acesteia sau modalitatea de acces.

Un URN poate fi comparat cu numele unei persoane, în timp ce un URL poate fi comparat cu adresa sa, astfel un URN identifică o resursă, iar un URL oferă modalitatea de localizare a acesteia.

Identificatorul urn:ISSN:0167-6423 reprezintă un URN care corespunde revistei *Science of Computer Programming*, identificată de ISSN (*International Standard Serial Number*). Informațiile asociate pot fi consultate prin intermediul URL: https://portal.issn.org

Identificatorul urn:isbn: 1440440794 corespunde cărții *Luceafarul Poemul Suprem al Literaturii Romane*, identificată de ISBN (International Standard Book Number); portalul de căutare URL: https://isbnsearch.org

Tipuri de sisteme de identificatori persistenți

Sistemele de IDP sunt utilizate de la jumătatea anilor 1990 și în practica actuală se utilizează următoarele sisteme: URN, Handle, DOI, ARK și PURL.

Sistemul PURL furnizează un serviciu de denumire și rezoluție pentru resursele disponibile pe internet. [7].

Exemplu: http://purl.org/dc/elements/1.1/title

În acest exemplu, purl.org nu găzduiește direct resursa finală, dar acționează ca un serviciu de rezoluție care redirecționează către locația actuală unde este definit elementul *Title* din vocabularul *Dublin Cor Metadata Element*, accesibil la URL: https://www.dublincore.org/specifications/dublin-core/dcmi-terms/elements11/title

Identificatorii de tip ARK (*Archival Resource Key* https://arks.org/) și HANDLE (https://handle.net/) funcționează similar conceptului de PURL, în sensul că acționează ca URL-uri persistente și fac trimitere la servicii de rezoluție care actualizează informațiile privind locația curentă a resurselor.

Sistemul DOI (*Digital Object Identifier*) este construit pe infrastructura sistemului Handle și este administrat de *International DOI Foundation* (IDF). [4]

IDF definește cadrul normativ și operațional al sistemului și autorizează o rețea de agenții de înregistrare DOI. **DataCite** (https://datacite.org/) și **Crossref** (https://www.crossref.org/) reprezintă principalele organisme recunoscute la nivel global, fiind responsabile de atribuirea și gestionarea identificatorilor DOI pentru entitățile din ecosistemul de cercetare științifică.

Pentru a garanta unicitatea, IDP-urile sunt atribuite în cadrul unor „spații de nume web" specifice, administrate de o instituție, precum doi.org sau handle.net, acești identificatori sunt de tip URI. În cazul în care mai multe instituții au dreptul de a atribui identificatori într-un anumit spațiu de nume, fiecărei instituții i se atribuie un cod propriu, care face parte din șirul complet al identificatorului. Codul instituțional (deținătorul înregistrării) este numit prefix, iar codul propriu-zis al IDP se numește sufix.

Prefixele DOI încep întotdeauna cu „10", identificator atribuit de IDF ca autoritate centrală, iar structura acestora poate reflecta o organizare delegată către agențiile de înregistrare și instituțiile participante.

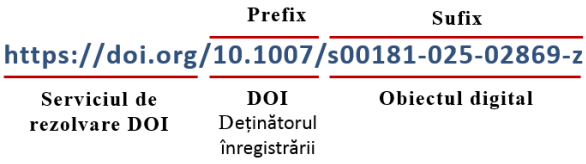


Figura 1. Structura unui DOI

Zenodo (https://zenodo.org/) esre un repozitoriu digital de tip *Open Science* administrat de *European Organization for Nuclear Research* (CERN). În cadrul platformei Zenodo, identificatorii DOI sunt generați utilizând prefixul „**10.5281**", alocat prin intermediul agenției de înregistrare DataCite.

Portalul oficial al sistemului DOI este https://www.doi.org/ și oferă informații și acces la serviciul de rezoluție, iar https://dx.doi.org/ a fost utilizat în versiunile anterioare ale infrastructurii DOI fiind și în prezent activ.

→ DOI: **10.1007/s00181-025-02869-z** – prefixul 10.1007 este alocat editurii *Springer Nature*, iar DOI-urile sunt înregistrate prin intermediul *Crossref*.

→ DOI: **10.5281/zenodo.14608728** – prefixul **10.5281** este alocat pentru *Zenodo*, iar DOI-urile sunt înregistrate prin *DataCite*.

→ DOI: **10.13016/m2ylmc-gg8t** – prefixul 10.13016 este asociat platformei *Dryad Digital Repository* și înregistrat prin *DataCite*.

Sistemele de IDP sunt caracterizate prin tip (IDP/IDP-URI/URL), responsabilitatea pentru generare, atribuirea, rezoluția și administrarea serverelor, precum și prin opțiunile de mapare bazate pe reguli. Nivelul responsabilităților poate fi „local", ceea ce înseamnă că instituțiile sunt pe deplin responsabile în mod independent sau „central", indică dependența de o entitate globală. În unele cazuri, responsabilitățile sunt împărțite între nivelul „central" și cel „local". [6]

Tabelul 1. Sisteme de identificatori persistenţi

Nume Sistem	Tip	Registrul	Creare si Asociere	Resolvator
HANDLE	IDP (+ IDP-URI)	Central	Local	Central/Local
Sintaxa:	[cod-autoritate-înregistrare].[subnivel(uri)]/[IDP-sufix]			
Organizația:	DONA Foundation			
Exemplu:	1721.1/41767			
Rezolvare:	**https://hdl.handle.net**/1721.1/41767			
DOI	IDP/IDP-URI	Central/Rețea de agenții	Rețea de agenții	Central
Sintaxa:	[cod-agenție-înregistrare].[subnivel(uri)]/[IDP-sufix]			
Organizația:	Internațional DOI Foundation			
Exemplu:	10.1007/978-3-662-55004-5			
Rezolvare:	https://doi.org/10.1007/978-3-662-55004-5			

Nume Sistem	Tip	Registrul	Creare si Asociere	Resolvator
ARK	IDP	Central	Local	Local
Sintaxa:	ark:/[număr-autoritate-înregistrare]/[IDP-sufix]			
Organizația:	California Digital Library			
Exemplu:	ark:/12148/cb406766211			
Rezolvare:	https://catalogue.bnf.fr/ark:/12148/cb406766211			
PURL	IDP-URI/URL	Central	Local	Central/Local
Sintaxa:	[URL-rezolvator-PURL]/[nume]			
Organizația:	Internet Archive			
Exemplu:	dc/elements/1.1/title			
Rezolvare:	http://purl.org/dc/elements/1.1/title			
URN rezolv.- NBN	IDP (+ IDP-URI)	Național	Local	Național
Sintaxa:	urn:nbn:[cod-țară]:[cod-instituție]-[IDP-sufix]			
Organizația:	Național Libraries (Național Bibliographic Number)			
Exemplu:	urn:nbn:nl:ui:12-85062			
Rezolvare:	https://nbn-resolving.org/urn:nbn:nl:ui:12-85062			

Tipuri de identificatori persistenți

Sistemul de cercetare include diverse tipuri de entități, care necesită identificare, descriere și interconectare. La nivel conceptual, acestea pot fi grupate în cinci categorii principale: [3]

1. **Agenți:** includ persoane fizice (ex.: cercetători și coordonatori), organizații (precum finanțatori, instituții de cercetare, centre de date, edituri și instituții de arhivare), precum și alte entități juridice, inclusiv consorții constituite în scopul colaborării științifice.
2. **Resurse:** publicații, seturi de date, software-uri, echipamente și alte materiale de cercetare.
3. **Declarații de drepturi:** acorduri de finanțare, licențe și brevete.
4. **Evenimente:** procese asociate provenienței resurselor, precum crearea, administrarea, accesarea, actualizarea, citarea și evaluarea.
5. **Entități derivate:** în principal proiectele de cercetare, considerate drept structuri agregate care reunesc actorii implicați, entitățile finanțatoare, rezultatele produse și cadrul juridic aferent.

Tabelul 2. Tipuri de identificatori persistenți pentru diverse entități din ecosistemul de cercetare

Entități de cercetare	Tipuri de IDP utilizați
Publicații	DOI, Accession number, handle, URN, Scopus EID, Web of Science UID, PMID, PMC, arXiv identifier, BibCode, ISSN, ISBN, PURL, ș.a.

Entități de cercetare	Tipuri de IDP utilizați
Cercetători	ORCID, ISNI, VIAF, arXivID, OpenID, ResearcherID, ScopusID, ș.a.
Date	DOI, Accession number, handle, PURL, URN, ARK
Organizații	DOI, ISNI, ROR
Citări	OCI (secondary aggregation of information)
Conferințe	DOI, Accession number
Granturi	DOI, PURL
Proiecte	local identifier, Accession number, RAiD
Investigații	DOI, Accession number
Software-uri	DOI, SHA-1 hash
Simulări computerizate	UUID
Instrumente, echipamente, platforme, centre de cercetare	DOI, RRID, UID
Archive digitale	URI, DOI, UUID
Probe geologice/biologice	Accession number, RRID, DOI, IGSN
Artefacte de patrimoniu cultural	DOI, URN, Accession number
Persoane istorice/mitologice	URI
Entități de cercetare	**Tipuri de IDP utilizați**
Script-uri și coduri	GitHub Gist
Fluxuri de lucru	URI, DOI
Protocoale	DOI

Sursa: https://doi.org/10.1016/j.patter.2020.100180 [2]

Identificarea persoanelor prin identificatori persistenți

Sistemele de identificatori ORCID (Open Researcher and Contributor ID) și ISNI (*International Standard Name Identifier*) joacă roluri esențiale în identificarea persoanelor. ORCID este orientat în principal către comunitatea de cercetare, iar ISNI asigură o acoperire mai extinsă a numelor publice dintr-o gamă largă de sectoare culturale și creative.

Registrul ORCID https://orcid.org/, lansat în 2012, atribuie identificatori unici cercetătorilor și îi conectează la afilierile, lucrările și contribuțiile lor. Prin asigurarea interoperabilității cu sisteme precum Crossref și DataCite, ORCID contribuie la creșterea vizibilității producției științifice, facilitând integrarea și corelarea acesteia în contexte interdisciplinare și în ecosisteme digitale multiple.

Integrarea identificatorului ORCID în numeroase baze de date bibliografice, precum Scopus și Web of Science, facilitează asocierea autorilor cu lucrările lor publicate, permițând astfel regăsirea acestora prin utilizarea ORCID iD ca element de interogare.

→ **ISNI:** 0000 0000 8015 2063 este asociat compozitorului Eugen Doga. URL: https://isni.org/isni/0000000080152063

→ **ORCID:** 0000-0003-2206-9298 este atribuit istoricului Sergiu Musteață – prof. univ., cercetător în domeniul arheologiei.

→ **URL:** https://orcid.org/0000-0003-2206-9298

Identificatorul **VIAF** (*Virtual International Authority File*) servește la identificarea entităților de autoritate aferente persoanelor în cadrul sistemelor de bibliotecă (personalități istorice, autori, scriitori etc.)

VIAF: 15572078 - asociat compozitorului Eugen Doga.

URL: https://viaf.org/en/viaf/**15572078**

Identificarea organizațiilor de cercetare și a proiectelor

Înregistrările din registrul ROR (*Research Organization Registry*) conțin câte un identificator unic pentru fiecare organizație, împreună cu metadatele suplimentare aferente, menite să faciliteze procesul de identificare și dezambiguizare a entităților organizaționale. ROR este conceput pentru a fi integrat și susținut în cadrul infrastructurilor esențiale ale ecosistemului comunicării științifice, precum Crossref, DataCite și ORCID. Identificatorii ROR sunt corelați cu alți IDP, în prezent, aceste corelări includ ISNI, *Regystry Funder Crossref* și *Wikidata*.

Spre exemplu, identificatorul ROR: 05aqyve98 este asociat cu Universitatea Pedagogică de Stat Ion Creangă. URL: https://ror.org/05aqyve98

Informațiile privind finanțarea sunt esențiale pentru comunitatea de cercetare. Crossref administrează un registru al finanțatorilor *Open Funder Registry* (OFR), în cadrul căruia fiecărui finanțator îi este atribuit un identificator unic. Registrul OFR, împreună cu metadatele de finanțare asociate, contribuie la asigurarea transparenței privind finanțarea cercetării și rezultatele acesteia [5].

Orice persoană interesată poate introduce denumirea unei organizații în interfața de căutare a OFR, în vederea identificării și vizualizării conținutului asociat surselor de finanțare corespunzătoare.

De exemplu, finanțatorului *European Science Foundation* îi corespunde în OFR identificatorul 501100000782, iar la interogarea:
URL: https://search.crossref.org/search/funders?id=501100000782
sunt returnate toate publicațiile finanțate de granturile oferite de acest finanțator.

În septembrie 2023, Crossref și ROR au anunțat un plan pe termen lung de a de a integra registrul OFR în Registrul ROR. În prezent, ROF include apr. 44000 de identificatori și înregistrări aferente entităților finanțatoare, iar majoritatea identificatorilor ROF din cei mai frecvent utilizați sunt deja integrați în ROR. [9]

Pentru identificarea unică la nivel global și urmărirea proiectelor de cercetare, a fost dezvoltat un identificator persistent RAiD (*Research Activity Identifier*), conceput pentru a lega toți colaboratorii, resursele și rezultatele unui proiect.

Optimizarea ciclului de cercetare utilizând identificatorii persistenți

Modelul ciclului de viață al cercetării poate fi optimizat prin utilizarea IDP, aceasta presupune înregistrarea și utilizarea acestora în toate etapele procesului de cercetare. Astfel, IDP sunt colectați de finanțatori, instituții și editori, facilitând asocierea dintre cercetători, proiecte și rezultate încă de la depunerea proiectelor și aprobarea granturilor [1].

Infograficul din fig. 2 ilustrează un ecosistem optimizat pentru utilizarea identificatorilor persistenți, conform analizei cost–beneficiu, în care IDP sunt înregistrați, utilizați și partajați pe parcursul întregului ciclu de viață al cercetării de către finanțatori, instituții, editori și cercetători, încă din etapele incipiente, pentru maximizarea beneficiilor.

1. Aplicarea pentru finanțare – cercetătorii și instituțiile transmit IDP (DOI, ROR, ORCID, RAiD) corespunzători granturilor anterioare, rezultatelor cercetării, organizațiilor, persoanelor și proiectelor către sistemele de depunere a aplicațiilor de finanțare - (DOI, ROR, ORCID, RAiD).

2. Aplicarea pentru granturi și evaluarea acestora – finanțatorii preiau și integrează datele privind granturile, rezultatele cercetării, organizațiile și proiectele - (DOI, ROR, ORCID, RAiD).

3. Acordarea grantului [1] – finanțatorii înregistrează identificatori DOI pentru noile granturi, împreună cu metadatele aferente acestora.

4. Acordarea grantului [2] – instituțiile preiau și integrează date privind granturile, precum și persoanele și organizațiile asociate acestora - (DOI, ORCID, ROR).

5. Înregistrarea proiectelor – instituțiile înregistrează identificatori RAiD pentru proiecte și adaugă sau actualizează legături către granturile asociate, echipamente, persoane și organizații - (DOI, ROR, ORCID, RAiD).

6. Trimiterea rezultatelor – cercetătorii furnizează identificatorul ORCID la depunerea noilor rezultate științifice și îl asociază cu identificatori ROR pentru afilierea instituțională, respectiv cu DOI-uri ale granturilor pentru evidențierea finanțării - (DOI, ORCID, ROR).

7. Publicarea rezultatelor – editorii și/sau repozitoriile preiau și integrează date privind granturile, persoanele, proiectele și organizațiile asociate rezultatelor cercetării - (DOI, ROR, ORCID, RAiD).

8. Înregistrarea rezultatelor – editorii și repozitoriile înregistrează DOI-uri pentru noile rezultate ale cercetării și completează metadatele aferente acestora.

9. Raportarea [1] – registrele IDP transmit automat către instituții actualizări privind noile publicații și alte rezultate ale cercetării - (DOI, ORCID).

10. Raportarea [2] – Finanțatorii preiau și integrează din registrele de IDP date privind granturile, rezultatele cercetării, organizațiile și proiectele – (DOI, ROR, ORCID, RAiD).

Această intercorelare a sistemelor IDP creează o rețea bogată și interogabilă de relații, care face cercetarea mai ușor de descoperit și impactul acesteia mai ușor de măsurat, Finanțatorii, instituțiile și cercetătorii pot urmări întregul parcurs al cercetării, de la finanțare până la rezultate și reutilizarea acestora.

Utilizarea identificatorilor în evaluarea cercetării vizează atât persoanele, cât și contribuțiile acestora, precum și organizațiile care le susțin și le finanțează activitatea.

Crossref facilitează interconectarea citărilor între rezultatele de cercetare provenite din organizații diferite prin utilizarea identificatorilor DOI, aceasta asigură persistența legăturilor de citare pe termen lung. Totuși, nu există o soluție exclusiv tehnică pentru problema legăturilor nefuncționale de pe web; menținerea actualizării acestora, împreună cu metadatele asociate, revine membrilor Crossref.

Toți actorii implicați în procesul de cercetare pot contribui activ la atribuirea identificatorilor persistenți entităților de cercetare, în scopul consolidării unui ecosistem de cercetare FAIR funcțional.

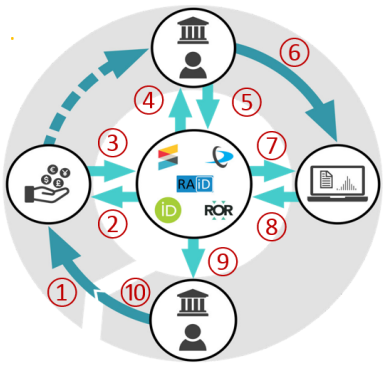


Figura 2. Ciclul de cercetare optimizat prin utilizarea IDP
Sursa: DOI:10.5281/zenodo.4991732

BIBLIOGRAFIE

1. BROWN, J.; P. JONES, A. MEADOWS and F. MURPHY. The PID-optimised Research Lifecycle. ZENODO.ORG. 2021. DOI: 10.5281/zenodo.49917323. [accesat: 2026-03-15].
2. COUSIJN, H.; R. BRAUKMANN; M. FENNER; Ch. FERGUSON; R. VAN HORIK; R. LAMMEY; A. MEADOWS and S. LAMBERT. Connected Research: The Potential of the PID Graph. *Patterns*. 2021. vol. 2, no. 1, p. 100180. DOI: 10.1016/j.patter.2020.100180 [accesat: 2026-03-15].
3. DAPPERT, A.; A. FARQUHAR; R. KOTARSKI and K. HEWLETT. Connecting the Persistent Identifier Ecosystem: Building the Technical and Human Infrastructure for Open Research. *Data Science Journal*. 2017. vol. 16, pp. 6-9. DOI: 10.5334/dsj-2017-028. [accesat: 2026-03-23].
4. DOI® System and the Handle System®. DOI.ORG®. Webpage. 2017-03-21. Disponibil: https://www.doi.org/the-identifier/resources/factsheets/doi-system-and-the-handle-system [accesat: 2026-03-13].
5. FEENEY, P. Don't take it from us: Funder metadata matters. CROSSREF.ORG. Webpage. 2023-02-16. DOI: 10.64000/drsct-whk54 [accesat: 2026-03-17].
6. KOSTER, L. Persistent identifiers for heritage objects. *The Code4Lib Journal*. 2020, no. 47. Disponibil: https://journal.code4lib.org/articles/14978 [accesat: 2026-03-17].
7. Persistent Uniform Resource Locator (PURL). FAIRsharing.org. Webpage. 2026-02-02. DOI: 10.25504/FAIRsharing.3e603c [accesat: 2026-03-13].
8. The Real Difference Between a URL and a URI. Blog post. 2023-10-10. Disponibil: https://danielmiessler.com/blog/difference-between-uri-url [accesat: 2026-03-22].
9. Transition from Open Funder Registry to ROR. ROR.ORG. Webpage 2026-03-03. Disponibil: https://ror.readme.io/docs/funder-registry [accesat: 2026-03-15].
10. Understanding the Foundations of Resource Identification. Blog post. 2025-05-21. Disponibil: https://www.exam-labs.com/blog/understanding-the-foundations-of-resource-identification-the-essence-of-uri-url-and-urn [accesat: 2026-03-25].

INTELIGENȚA MULTIFOCALĂ – CHEIA UNUI BIBLIOTECAR FLEXIBIL ȘI CREATIV

MULTIFOCAL INTELLIGENCE – THE KEY TO A FLEXIBLE AND CREATIVE LIBRARIAN

Mihaela STAVER, bibliotecară principală,
Centrul de Cercetare și activitate metodologică
Biblioteca Științifică a USARB

Mihaela STAVER, Head librarian,
Research and Methodological Activities Center,
Scientific Library of USARB.
ORCID: 0000-0001-7068-205X
e-mail: staver.mihaela@gmail.com

CZU: 023.5:159.942
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p412-417

Abstract. The article highlights the role of multifocal intelligence, a theory developed by Augusto Cury, in the work of the librarian. In a context dominated by dynamism and information overload, the librarian becomes not only a guide to knowledge, but also an emotional support, a stimulator of critical thinking, and a promoter of creativity. The balanced integration of emotion, reason, and intuition is presented as an essential condition for preventing burnout and cultivating inner balance. Practical strategies are also outlined through which the librarian can develop psychological resilience, manage difficult situations, and transform the library into a safe, open environment that fosters the harmonious development of its users.

Keywords: multifocal intelligence; librarian; emotional balance; critical thinking; mental filter; burnout; emotion management; educational mediation; creativity; resilience; personal development; library; interpersonal relations; motivation; reflection.

Profesia de bibliotecar se remarcă prin complexitatea și diversitatea sa, reunind un spectru larg de competențe ce vizează gestionarea informației, utilizarea tehnologiilor moderne și interacțiunea eficientă cu utilizatorii. Ei se dedică organizării și valorificării manuscriselor rare, oferă suport în procesul de cercetare sau inițiază și coordonează activități culturale, bibliotecarii se disting prin dăruire, adaptabilitate și o autentică pasiune pentru promovarea și diseminarea cunoașterii.

Profesioniștii care lucrează în bibliotecile de astăzi au nevoie de o pregătire continuă prin dobândirea de competențe de bază și abilități noi, astfel încât să nu devină niciodată învechite în acest mediu în rapidă schimbare.

În contextul ritmului accelerat al vieții de zi cu zi, al presiunilor constante și al dorinței de afirmare, ne este tot mai dificil să ne oprim și să reflectăm asupra a ceea ce trăim noi și cei din jur. În era conexiunilor, a rețelelor fără granițe, a schimbului de răspunsuri virtuale fără prea multă gândire și a tuturor formelor de comunicare, omenirea se deconectează de sine și, în consecință, de lumea reală.



Augusto Cury, psihiatru, cercetător și autor al teoriei *Inteligenței multifocale*, a dedicat peste două decenii studierii mecanismelor complexe ale minții umane. Rezultatul acestor cercetări este valorificat în volumul *Inteligența multifocală*, în care explică modul în care se formează gândurile și cum ia naștere procesul gândirii.

Aceasta pleacă de la premisa că mintea umană nu funcționează ca un mecanism simplu, linear, unde „inteligența" e unică și măsurabilă numai prin logică sau scoruri IQ – ci ca un sistem complex, dinamic, alcătuit din multiple „focare" ce interacționează: cognitivi, emoționali, motivaționali, sociali. Conform lui Cury, *Inteligența multifocală* nu este doar capacitatea de a procesa informații, ci modul în care construim gândurile noastre, gestionăm energia psihică, organizăm memoria, emoțiile și reflecția conștientă, toate acestea contribuind la modul nostru de a percepe realitatea și a reacționa la ea.

Inteligența multifocală nu face parte din cele opt categorii inițiale stabilite de Dr. Howard Gardner în *Teoria Inteligențelor Multiple*.

Practic, *Inteligența multifocală* este utilizarea simultană a mai multe tipuri de inteligență (inteligență logică, interpersonală și lingvistică) din cele opt inteligențe ale lui Gardner. Ea se bazează pe ideea că gândirea umană este formată din multiple focare (centre) care acționează simultan: cognitiv, emoțional, motivațional și social.

Pornind de la această teorie, un bibliotecar capabil să integreze *Inteligența multifocală* în practicile sale poate deveni:

- **Mediator emoțional:** nu doar un simplu bibliotecar, ci o persoană care înțelege emoțiile, fricile și aspirațiile utilizatorilor;
- **Facilitator al reflecției:** spațiul bibliotecii devine loc de dialog, creștere personală - nu doar „împrumut și returnare";
- **Promotor al creativității, curiozității, gândirii critice:** folosind „codurile inteligenței" pentru a stimula creativitatea, intuiția, capacitatea de a găsi soluții noi.

În mediul educațional actual, bibliotecarul nu mai este doar un custode al informației, ci un facilitator al învățării, un partener educațional și un lider al culturii informaționale. Pentru a răspunde acestor provocări complexe, este nevoie de o formă de inteligență adaptativă și orientată spre soluții - **Inteligență multifocală**.

Inteligența multifocală este capacitatea de a privi o situație din mai multe unghiuri simultan, de a integra emoțiile, rațiunea, intuiția și valorile personale în procesul de luare a deciziilor. Ea presupune:

- Observarea contextului în ansamblu;
- Gestionarea simultană a mai multor sarcini și roluri;
- Flexibilitate mentală;
- Conștientizarea propriilor reacții, emoții și tipare mentale;
- Abilitatea de a răspunde creativ în situații neașteptate.



Bibliotecarul, ca profesionist care lucrează cu divers public și variate emoții, poate folosi *Inteligența Multifocală* pentru a-și proteja echilibrul, pentru a comunica eficient și pentru a crea un mediu bibliotecar calm, primitor și rezilient.

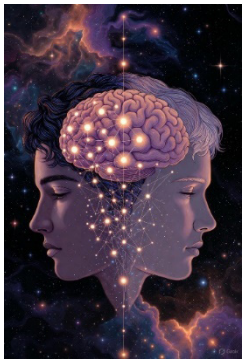
Pentru un bibliotecar, aceasta nu este doar o abilitate teoretică, ci o competență necesară în fiecare zi. *Inteligența multifocală* ajută bibliotecarul să:

1. *Rămână flexibil în situații dificile*, să gestioneze calm cererile simultane, aglomerația, sau dialogul cu utilizatorii mai puțin motivați.

2. *Să găsească soluții creative*

De exemplu:

- transformarea unei probleme într-o oportunitate;
- adaptarea activităților în funcție de interesul utilizatorului;
- crearea unor metode atractive de promovare a lecturii.



3. *Menține relații profesionale sănătoase*

Inteligența multifocală stimulează:

- empatie,
- comunicarea clară,
- înțelegerea diverselor perspective,
- evitarea conflictelor și a tensiunilor.

4. *Construirea unei biblioteci moderne și participative*

Bibliotecarul devine:

- facilitator,
- ghid în orientarea digitală,
- coordonator de proiecte culturale.

Astfel, biblioteca încetează să fie doar „depozit de cărți", devine un centru de dezvoltare umană, emoțională și intelectuală. „Putem controla computerele, mașinile și avioanele, dar nu avem control complet asupra celei mai incomprehensibile mașini: mintea umană", a scris psihiatrul și psihoterapeutul Augusto Cury.

Diverse experimente au arătat că este nevoie de doar cinci secunde pentru ca suferințele să se instaleze în creierul nostru, în virtutea unei obișnuințe conștiente și inconștiente, adică a istoriei noastre emoționale.

De exemplu, dacă cineva este pus în situația de a se exprima în public, într-o conferință sau într-o altă împrejurare similară, și dacă în creierul persoanei respective există preconcepția că totul va merge prost, în numai cinci secunde această perspectivă se instalează cu putere, provocând emoții negative.

În schimb, dacă în fața unui asemenea scenariu negativ vom interveni rațional, vom reuși să împiedicăm crearea „breșei", a „ferestrei" respective, iar prin repetarea unei asemenea atitudini se va ajunge la crearea de obișnuințe favorabile nouă. Aceasta este principalul obiectiv al teoriei *Inteligenței multifocale*.

Problema este că majoritatea oamenilor nu știu că au nevoie de un filtru psihic și nici nu conștientizează necesitatea de a-și proteja gândurile. Din această cau-

ză, pierderile, presiunile și problemele sociale pătrund cu ușurință în psihic, afectându-ne echilibrul interior. Într-o societate dominată de viteză, presiune și stimuli permanenți, capacitatea de a ne gestiona gândurile devine una dintre competențele esențiale ale vieții moderne. Fără un filtru psihic bine format, mintea devine vulnerabilă la suprasolicitare, anxietate și influențe nocive. Tocmai de aceea Augusto Cury subliniază importanța cultivării „Inteligenței multifocale" – abilitatea de a observa, analiza și reorganiza fluxul gândurilor, pentru a nu deveni prizonierii propriilor anticipări și temeri.

Un filtru psihic acționează asemenea unei bariere subtile care ne protejează de informațiile toxice din mediu și de propriile noastre interpretări negative. El nu înseamnă evitarea realității, ci învățarea unei maniere sănătoase de a o procesa. Prin exersarea acestei „igiene mentale", reducem impactul gândurilor autodistructive, prevenim acumularea tensiunilor și ne formăm reziliența necesară pentru a face față provocărilor cotidiene.

Într-un context social în care tot mai mulți oameni se confruntă cu stres, burnout sau anxietate, ideea de protecție psihică nu mai este un lux, ci o necesitate. Așa cum ne protejăm ochii de razele puternice ale soarelui, avem nevoie și de strategii care să ne protejeze mintea de „gunoiul psihic", acele informații, imagini, conversații sau situații care consumă energie, induc teamă sau distorsionează percepțiile.

Prin înțelegerea mecanismelor minții, putem transforma aceste vulnerabilități în resurse. Mintea devine astfel nu doar un spațiu de reacții automate, ci un teren fertil pentru claritate, echilibru și gândire creativă. Iar acesta este, în esență, mesajul teoriei *Inteligenței multifocale*: să ne reconstruim lumea interioară pentru a putea trăi în mod conștient, liber și armonios.

Ce trebuie să facă un bibliotecar pentru a gândi critic și a gestiona eficient emoțiile?

Pentru a-și păstra echilibrul și pentru a lua decizii clare, bazate pe rațiune, nu pe impuls, un bibliotecar poate adopta următoarele practici:

1. Dezvoltarea unei rutine de auto-reflecție

- Să acorde zilnic câteva minute pentru a analiza situațiile tensionate;
- Să identifice ce a declanșat emoția și dacă reacția a fost una proporțională.

2. Selectarea și filtrarea informațiilor

- Bibliotecarul trebuie să dezvolte un filtru critic, identificând: informațiile utile, emoțiile altor persoane care se pot transmite prin conversație;
- Un profesionist bine ancorat nu se lasă copleșit de „zgomotul informațional".

3. Formare continuă în domeniul gândirii critice

- participare la webinare, cursuri și ateliere despre gândire critică;
- dezvoltarea competențelor de evaluare a surselor.

4. Stabilirea unor limite emoționale sănătoase

- Să nu ia personal nemulțumirile celor din jur;
- Să practice „detașarea empatică": înțelegere fără preluarea poverilor emoționale.

5. Folosirea limbajului calm și obiectiv

- evitarea tonului acuzator;
- formularea în fraze neutre, bazate pe fapte: „Situația este…”, „Observ că…”, „Propun soluția…”. Acest stil sprijină gândirea critică și reduce încărcătura emoțională.

6. Dezvoltarea auto-disciplinei informaționale

- prioritizarea sarcinilor;
- organizarea fluxului de lucru.

7. Gestionarea conflictelor prin rațiune, nu reacție

- Bibliotecarul trebuie să: analizeze situația înainte de a interveni, să caute cauza reală, să propună soluții ce aduc echilibru, nu escaladare.

8. Cultivarea empatiei cognitive

- Empatia nu trebuie să însemne preluarea emoțiilor utilizatorilor, ci: înțelegerea situației din perspectiva lor, evaluarea obiectivă a nevoilor, oferirea unei soluții calm formulate.

În ultimii ani, fenomenul de *burnout* a devenit tot mai vizibil în rândul profesioniștilor din domeniul educației. Suprasolicitarea, ritmul accelerat al sarcinilor, presiunea rezultatelor și contactul permanent cu solicitările emoționale ale elevilor pot duce la epuizare fizică, mentală și emoțională. Burnoutul se manifestă prin oboseală cronică, lipsă de motivație, scăderea concentrării și sentimentul de neputință. *Burnoutul* și *Inteligența multifocală*: sunt două perspective complementare asupra sănătății mentale. *Burnoutul* arată când suntem epuizați, iar *Inteligența multifocală* arată cum gestionăm situațiile.

Inteligența multifocală reprezintă fundamentul care transformă bibliotecarul într-un profesionist complet: flexibil, echilibrat, creativ și orientat spre soluții, capabil să se adapteze unui sistem educațional aflat într-o continuă schimbare. În acest context, câteva principii esențiale conturează profilul bibliotecarului modern:

- *Fiți deschiși la nou* – viitorul bibliotecii începe cu fiecare pas spre învățare continuă;
- *Cultivați echilibrul interior* – răspundeți calm și cu înțelepciune provocărilor cotidiene;
- *Gândiți creativ și acționați conștient* – orientați-vă spre soluții care sprijină utilizatorul și comunitatea;
- *Ascultați cu empatie* – fiecare voce merită să fie înțeleasă, nu judecată;
- *Rămâneți flexibili* – doar cei care se transformă pot transforma la rândul lor;
- *Îndrăzniți să inovați* – biblioteca devine modernă prin inițiativele dvs., prin explorare și experiment;
- *Acționați cu încredere* – folosiți inteligența multifocală drept busolă în luarea deciziilor;
- *Păstrați pasiunea pentru cunoaștere* – aceasta este forța care luminează drumul bibliotecarului profesionist.

Prin cultivarea *Inteligenței multifocale*, bibliotecarul se transformă într-un facilitator al cunoașterii, dar și într-un promotor al inovației, pregătit să răspundă provocărilor complexe ale prezentului. Aplicarea *Inteligenței multifocale* în practică înseamnă: A GÂNDI înainte de a reacționa, A SIMȚI fără a judeca și a ACȚIONA cu echilibru.

BIBLIOGRAFIE

1. CURY, A. *Codurile inteligenței*. București: For You, 2022. 266 p. ISBN 978-606-639-454-3.
2. CURY, A. *Teoria da inteligencia multifocal*. Sao Poulo: Cultnix, 2006. 335 p. ISBN 85-316-0159-2. Disponibil: https://dokumen.pub/inteligencia-multifocal-8531601592.html.
3. *Multifocal Intelligence, or how to regain control of your thoughts*. Disponibil: https://psychology-spot.com/multifocal-intelligence-cury-augusto-theory/. [accesat 2026-03-15].
4. NUZZI, R. J. Multiple intelligences. Online. *History*. 2025, Oct. 16. Disponibil: https://www.britannica.com/science/multiple-intelligences?utm_source=chatgpt.com. [accesat 2026-03-02].

BIBLIOTECA UNIVERSITARĂ ÎN ERA INTELIGENȚEI ARTIFICIALE GENERATIVE: REDEFINIREA ROLULUI BIBLIOTECARULUI ACADEMIC

THE UNIVERSITY LIBRARY IN THE AGE OF GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE: REDEFINING THE ROLE OF THE ACADEMIC LIBRARIAN

Silvia GORCEAG,
Șef secție Asistență Informațională și Bibliografică,
Biblioteca Republicană Tehnico-Științifică.

Silvia GORCEAG,
Head of Information and Bibliographic Assistance Section,
Republican Technical-Scientific Library
ORCID: 0000-0002-7490-6775
e-mail: gorsiltim@gmail.com

CZU: 027.7:004.8
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p418-427

Abstract. The paper analyzes the impact of generative artificial intelligence on higher education, with a focus on transforming the role of university libraries and academic librarians. In the context of accelerated digitization and the increase in the volume of information, libraries evolve from simple resource storage spaces to information and technological hubs, actively involved in supporting learning and research processes. The integration of generative AI facilitates the automation of processes, the personalization of access to information and the development of innovative services, such as intelligent referral systems or virtual assistants. These technologies generate challenges related to the ethics of information use, the accuracy of the content and the need to develop digital literacy and artificial intelligence skills. In this context, the academic librarian redefines his role, becoming an educator, consultant and mediator between users and emerging technologies, contributing to the formation of a critical and responsible use of information. Based on a qualitative analysis of the scientific literature, the study highlights the main development directions for the effective integration of artificial intelligence in library services and highlights the importance of the university library as a strategic infrastructure for innovation, digital inclusion and educational support in the contemporary academic environment.

Keywords: generative AI

Introducere

Transformările generate de dezvoltarea rapidă a inteligenței artificiale generative marchează o nouă etapă în evoluția învățământului superior, influențând atât procesele de predare și învățare, cât și modul de accesare, utilizare și diseminare a informației. Caracterizate prin digitalizare accelerată și volum informațional în continuă creștere, universitățile sunt nevoite să își regândească strategiile educaționale și

infrastructurile de suport, pentru a răspunde noilor cerințe ale societății cunoașterii. Datorită acestui proces, bibliotecile universitare nu mai pot fi privite exclusiv ca un spațiu de conservare și furnizare a resurselor informaționale, dar ca un actor activ în susținerea proceselor de învățare și cercetare.

Integrarea instrumentelor de inteligență artificială generativă în mediul academic deschide oportunități pentru personalizarea experienței educaționale, optimizarea accesului la informație și dezvoltarea competențelor digitale ale utilizatorilor. Totodată, aceste tehnologii accentuează provocările legate de evaluarea critică a informației, etica utilizării conținutului generat automat și necesitatea dezvoltării unei autonomii digitale responsabile. În acest context, rolul bibliotecarului academic capătă noi valențe, depășind funcțiile tradiționale și orientându-se spre facilitarea învățării, medierea utilizării tehnologiilor și formarea competențelor informaționale și digitale.

În această lucrarea am analizat modul în care inteligența artificială generativă contribuie la redefinirea rolului bibliotecii universitare și al bibliotecarului academic, evidențiind atât oportunitățile, cât și provocările asociate acestui proces. Studiul urmărește să contureze direcții de dezvoltare pentru integrarea eficientă și etică a AI în serviciile bibliotecare, în vederea consolidării bibliotecii ca hub de inovare, suport educațional și incluziune digitală în mediul universitar contemporan.

Revizuirea literaturii

Bibliotecile universitare au reprezentat dintotdeauna pilonii fundamentali ai procesului educațional și ai activității de cercetare din cadrul instituțiilor de învățământ superior. În forma lor tradițională, bibliotecile au misiunea principală de a colecta, organiza, conserva și pune la dispoziția utilizatorilor resurse informaționale. Colecțiile de cărți, reviste și alte documente reprezentă nucleul activității de bibliotecă, iar accesul la informație este strâns legată de prezența fizică a utilizatorului în spațiul bibliotecii [3, 45-65]. Michael Buckland, încă în anul 1992, propune o reconceptualizare a serviciilor de bibliotecă, subliniind necesitatea trecerii de la un model concentrat pe colecții la unul orientat spre utilizatori și accesul la informație. Autorul evidențiază evoluția bibliotecilor de la structuri tradiționale bazate pe suport fizic la sisteme electronice, argumentând că tehnologia trebuie privită ca un mijloc de îmbunătățire a serviciilor, nu ca un scop [3, 30-45].

Odată cu dezvoltarea rapidă a tehnologiilor digitale și cu apariția internetului, rolul bibliotecilor universitare a început să se transforme. Digitalizarea resurselor informaționale, dezvoltarea bazelor de date academice și extinderea platformelor electronice de publicare au modificat modul în care informația este produsă, stocată și accesată. Bibliotecile au fost nevoite să își adapteze serviciile și infrastructura pentru a răspunde noilor cerințe ale mediului academic. Christine L. Borgman (2007) analizează modul în care tehnologiile digitale transformă cercetarea academică și fluxul de informație, subliniind importanța infrastructurii informaționale pentru întreaga activitate de cercetare. În contextul bibliotecilor universitare, aceste observații sunt

extrem de relevante, adoptarea inteligenței artificiale generative schimbă nu doar instrumentele disponibile, ci și modul în care bibliotecarii își desfășoară activitatea, reorganizând rolurile și responsabilitățile. Borgman evidențiază că schimbările tehnologice nu pot fi privite izolat de dimensiunea socială și organizațională, succesul implementării tehnologiilor digitale depinde de capacitatea bibliotecilor de a integra infrastructura informațională cu nevoile reale ale utilizatorilor și cerințele procesului de cercetare [2, 1-12]. În era IA generativă, această integrare presupune ca bibliotecarii să devină facilitatori ai accesului rapid și inteligent la informație, să gestioneze fluxuri masive de date și să susțină cercetătorii în utilizarea instrumentelor IA [2, 13-32].

Astăzi, bibliotecile universitare gestionează o varietate de resurse digitale, care includ baze de date științifice internaționale și naționale, reviste electronice, cărți digitale, arhive instituționale și colecții digitale specializate. Acestea oferă acces la platforme educaționale online și la instrumente de gestionare a informației utilizate în procesul de cercetare și învățare. Accesul la informație nu mai este limitat de spațiul fizic al bibliotecii sau de program, utilizatorii au posibilitatea de a consulta resursele disponibile de oriunde și în orice moment, prin intermediul infrastructurilor digitale. Corrall, Kennan și Afzal (2013) evidențiază modul în care bibliotecile universitare extind serviciile către ”bibliometrie” și ”gestionarea datelor de cercetare”, sprijinind cercetătorii nu doar cu accesul la resurse, dar și în analiza și organizarea informației. Studiul lor arată că bibliotecarii devin specialiști în suport pentru cercetare, facilitând interpretarea datelor științifice, elaborarea de politici instituționale și formarea utilizatorilor, ceea ce subliniază necesitatea redefinirii rolului acestora în contextul digital și al tehnologiilor emergente, inclusiv IA generativă [6, 636-674]. În primul rând, bibliotecile universitare oferă sprijin direct pentru cercetarea științifică, facilitând accesul la resurse informaționale relevante și la instrumente de analiză bibliometrică sau scientometrică. Autorii Pinfield, S., Cox, A. M., și Smith, J. (2014) analizează rolul bibliotecilor academice în managementul datelor de cercetare, evidențiind extinderea treptată a responsabilităților acestora în contextul creșterii volumului de date digitale. Pe baza unor interviuri realizate în mediul universitar, aceștia observă că bibliotecile devin actori relevanți în dezvoltarea politicilor și practicilor de gestionare a datelor, deși colaborarea cu alte structuri instituționale rămâne uneori insuficient de clar definită. Studiul arată că principalele direcții de implicare vizează asigurarea calității datelor, conservarea și facilitarea accesului deschis, în timp ce infrastructura aferentă este încă în curs de dezvoltare. Autorii subliniază că rolul bibliotecilor este influențat de factori organizaționali și strategici, ceea ce determină configurarea diferită a serviciilor de management al datelor la nivel instituțional. Bibliotecarii contribuie la identificarea literaturii de specialitate, la elaborarea strategiilor de căutare și la evaluarea impactului publicațiilor academice, devenind astfel parteneri activi în procesul de cercetare [16]. Rolul bibliotecii se extinde activitatea în mai multe direcții strategice, cum ar fi managementul datelor de cercetare. În contextul creșterii volumului de date generate în cadrul proiectelor științifice, instituțiile academice acordă o atenție tot mai mare organizării, conservării și reutilizării acestor date. Bibliotecile țin

pasul și continue să dezvolte servicii dedicate pentru gestionarea datelor de cercetare, oferind suport pentru arhivare, documentare și distribuire în conformitate cu principiile accesului deschis și ale științei deschise [19]. Bibliotecile academice și universitare, sunt implicate direct în procesul de publicare academică, sprijinind cercetătorii în diseminarea rezultatelor științifice. Prin intermediul arhivelor instituționale și al platformelor de acces deschis, bibliotecile contribuie la creșterea vizibilității și impactului cercetării universitare. Totodată, se oferă consultanță privind dreptul de autor, politicilor editoriale și strategilor de publicare în reviste științifice de prestigiu [18].

Un alt aspect important este că activitatea bibliotecilor universitare contemporane contribuie la dezvoltarea competențelor informaționale ale studenților și cercetătorilor. Într-un mediu caracterizat de suprasaturație informațională, utilizatorii trebuie să dobândească abilități de identificare, evaluare critică și utilizare etică a informației. Bibliotecarii organizează cursuri, ateliere și programe de formare dedicate alfabetizării informaționale, contribuind astfel la dezvoltarea competențelor academice necesare în societatea cunoașterii [1].

În ultimii ani, procesul de transformare digitală a bibliotecilor universitare este accelerat de integrarea unor tehnologii emergente, printre care se numără și inteligența artificială generativă. Aceste tehnologii oferă noi posibilități pentru organizarea, analiza și valorificarea informației, facilitând procesele precum indexarea automată a documentelor, generarea de rezumate sau dezvoltarea unor sisteme avansate de recomandare a resurselor. Prin utilizarea acestor instrumente bazate pe inteligență artificială, bibliotecile pot îmbunătăți eficiența serviciilor oferite și pot dezvolta noi metode de interacțiune cu utilizatorii [7]. Astfel, biblioteca universitară modernă nu mai poate fi privită doar ca un spațiu de conservare a cunoașterii, dar ca o infrastructură complexă de suport pentru activitatea academică. Transformarea este determină de redefinirea rolului și funcțiilor bibliotecii, care este actorul principal în facilitarea accesului la informație, în dezvoltarea competențelor digitale și în susținerea procesului de cercetare în era tehnologiilor emergente.

Integrarea inteligenței artificiale generative în învățământul superior determină transformări și în modul de organizare a proceselor educaționale și în dezvoltarea competențelor studenților, favorizând personalizarea învățării, automatizarea evaluării și dezvoltarea abilităților digitale și analitice. Qinglan Wu, Lanzhen Chen, Minwei Chen și Yangjie Huang (2026) investighează modul în care inteligența artificială influențează formarea și dezvoltarea competențelor în învățământul superior, printr-o revizuire sistematică a literaturii noi apărute. Autorii arată că AI transformă atât conținutul educațional, cât și metodele de predare, cerințele de competențe tehnice și abilitățile sociale necesare studenților, generând noi provocări și oportunități pentru mediul academic. În paralel, aceste constatări au o relevanță directă pentru bibliotecile universitare. IA schimbă modul în care se formează talentele în domeniul afacerilor, tehnologiile generative impun bibliotecariii academici să-și extindă rolul dincolo de gestionarea colecțiilor tradiționale, transformându-i în facilitatori ai accesului inteligent la informație, consultanți în utilizarea instrumentelor IA și ghizi în navigarea volumelor mari de date digitale. Studiul sugerează că succesul integrării

IA în universități depinde nu doar de tehnologie, dar și de modul în care personalul academic și bibliotecarii dezvoltă competențele necesare pentru a valorifica aceste instrumente în sprijinul cercetării și învățării [20]. Aceste tehnologii contribuie la promovarea diversității și incluziunii prin facilitarea accesului echitabil la resurse educaționale adaptate nevoilor individuale. Chedrawi, Haddad și Elali (2026) arată că adoptarea inteligenței artificiale poate influența pozitiv inițiativele de diversitate, echitate și incluziune. Ei subliniază necesitatea unei implementări atent proiectate și conștiente de context, pentru a evita consolidarea inegalităților existente, o perspectivă utilă pentru redefinirea rolului bibliotecarului academic într-o eră digitală [5]. În aceste condiții, biblioteca universitară își întărește rolul de pilon al cunoașterii, devenind un spațiu dedicat dezvoltării competențelor digitale și sprijinirii utilizării tehnologiilor emergente pentru studiu și cercetare.

Transformările generate de IA implică și o reconfigurare a serviciilor bibliotecii, care devine un mediu interactiv de învățare, în care studenții pot utiliza instrumente digitale pentru autoevaluare și dezvoltare continuă, inclusiv prin mecanisme de feedback în timp real. Jamadar în colaborarea cu Patil, Magar și Wankhade (2026) arată că feedbackul IA în timp real poate spori eficiența învățării în educația centrată pe performanță, oferind studenților informații adaptive fără a întrerupe procesul creativ. Potențialul serviciilor IA de feedback contextualizat pe care bibliotecarii academici îl pot integra în sprijinul procesului educațional și de cercetare [13]. În același timp, Rad și al. (2026) evidențiază că percepțiile studenților privind utilizarea IA sunt influențate nu doar de beneficiile tehnologice, dar și de preocupările legate de etică și autonomie digitală, ceea ce sugerează un rol tot mai activ al bibliotecarului academic în educarea utilizatorilor pentru o utilizare responsabilă a instrumentelor IA în mediul universitar [17]. Astfel, bibliotecarul academic își redefinește rolul, devenind mediator între utilizator și tehnologie, dar și facilitator al dezvoltării competențelor informaționale și digitale.

Cercetările lui Cheah și Kim (2026) evidențiază că este necesar un suport instituțional adecvat pentru integrarea eficientă a inteligenței artificiale generative în educație, atât din perspectiva studenților, cât și a cadrelor didactice [4]. Iar Golan (2025) evidențiază că atitudinea, satisfacția și experiența studenților cu instrumentele de inteligență artificială generativă sunt factori determinanți pentru eficiența învățării, subliniind nevoia de sprijin educațional, orientare etică și ghidaj practic, aspecte care pot susține redefinirea rolului bibliotecarului academic în mediul universitar contemporan [10]. De aici reiese că biblioteca universitară devine un hub de inovare și formare continuă, iar bibliotecarul academic capătă un rol important în facilitarea accesului la resurse, instruirea utilizatorilor și promovarea utilizării etice și eficiente a inteligenței artificiale. Redefinirea acestui rol reflectă tranziția de la un model tradițional, centrat pe gestionarea colecțiilor, la unul orientat spre suport educațional activ și mediere digitală în ecosistemul academic contemporan.

Integrarea inteligenței artificiale în mediul academic reprezintă o evoluție tehnologică majoră, cu impact direct asupra bibliotecilor universitare. Inteligența artificială generativă, capabilă să creeze texte, imagini, cod sau analize de date, oferă

noi perspective pentru dezvoltarea serviciilor bibliotecare, optimizarea gestionării informației și personalizarea suportului pentru utilizatori. Cox, Pinfield și Rutter (2019) evidențiază că liderii bibliotecilor academice consideră IA o forță transformatoare pentru descoperirea informației, publicarea academică și învățare, subliniind totodată provocările etice și necesitatea extinderii rolului bibliotecarului în integrarea acestor tehnologii. [7]. Cele mai vizibile efecte ale utilizării inteligenței artificiale generative în biblioteci este automatizarea proceselor de organizare și prelucrare a informației. Serviciile de referință virtuală prin chatboți sau asistenți digitali, care răspund la întrebări frecvente, ghidează utilizatorii în căutarea informației și oferă recomandări bibliografice inițiale. Analiza volumelor mari de literatură științifică, identifică relații între concepte sau generează sinteze preliminare ale unui domeniu de cercetare. Analiza comportamentul informațional al utilizatorilor și generarea de recomandări personalizate, asemănătoare celor din platformele comerciale de conținut digital, facilitând descoperirea rapidă a articolelor, cărților sau altor materiale relevante pentru studiile și cercetarea acestora [7]. Dwivedi și al. (2023) subliniază că aceste funcționalități pot ajuta cercetătorii să economisească timp în etapa de documentare și să identifice mai ușor tendințe sau lacune în literatura de specialitate [8]. Hervieux și Wheatley (2021) arată că bibliotecarii academici din Canada și Statele Unite percep IA variabil și au nevoie de instruire suplimentară, subliniind rolul critic al bibliotecarului în dezvoltarea competențelor digitale ale comunității universitare [12]. Integrând în bibliotecile universitare astfel de instrumente IA, contribuie la dezvoltarea unui ecosistem informațional mai eficient [2] și reduce timpul necesar procesării resurselor informaționale și gestionează mai eficient volume mari de documente digitale [7].

Utilizarea acestor instrumente de inteligență artificială generativă, scot în evidență o serie de provocări etice și profesionale. Aceste provocări sunt legată de acuratețea informațiilor oferite de sistemele de inteligență artificială, care uneori produc conținut inexact sau incomplet. De asemenea, există riscuri asociate cu utilizarea necorespunzătoare a conținutului generat automat, în special în ceea ce privește plagiatul sau citarea incorectă a surselor [9]. În acest context, bibliotecile universitare au responsabilitatea de a promova utilizarea critică și responsabilă a acestor tehnologii, oferind ghiduri și programe de formare pentru studenți și cercetători.

Redefinirea rolului bibliotecarului academic în era inteligenței artificiale generative

Transformările tehnologice generate de dezvoltarea inteligenței artificiale au determinat schimbări în structura și funcționarea ecosistemului informațional academic. În această ordine de idei, rolul bibliotecarului academic trece printr-un proces complex de redefinire, determinat atât de digitalizarea accelerată a resurselor informaționale, cât și de integrarea tehnologiilor bazate pe inteligență artificială generativă în procesele de cercetare și învățare [7].

Un prim aspect al acestei transformări este extinderea rolului bibliotecarului ca expert în managementul informației digitale. Creșterea volumului de informații disponibile online a făcut necesară dezvoltarea unor competențe avansate de organizare, evaluare și filtrare a datelor. În mediul academic contemporan, bibliotecarii contribuie activ la gestionarea resurselor digitale, la dezvoltarea arhivelor instituționale și la implementarea sistemelor de organizare a datelor de cercetare. Junic Kim de la Universitatea Konkuk din Republica Coreea, a investigat modul în care inteligența artificială generativă (IA) remodelează bibliotecile academice din furnizori pasivi de informații în facilitatori proactivi de cunoștințe. Studiile sale arată că integrarea tehnologiilor bazate pe inteligență artificială permite bibliotecilor să proceseze volume mari de informații și să ofere servicii mai eficiente de recuperare a informației, însă utilizarea acestor tehnologii necesită expertiză profesională specializată din partea bibliotecarilor [15]. Haruna, Lawal și Shehu (2025) examinează impactul inteligenței artificiale asupra viitorului bibliotecilor și centrelor de informare în secolul XXI, punând accent pe modul în care aceste tehnologii afectează serviciile, operațiunile și competențele necesare personalului. Autorii argumentează că IA, în special aplicațiile emergente ale inteligenței artificiale generative, transformă fundamental modul în care bibliotecile operează, trecând de la orientarea tradițională către furnizarea de servicii centrate pe utilizator și automatizare, analiză inteligentă a datelor. În același timp, bibliotecarul academic își asumă tot mai mult rolul de susținător al învățării și instruirii în domeniul alfabetizării informaționale și digitale. Într-un mediu informațional dominat de algoritmi și sisteme automatizate, studenții și cercetătorii trebuie să dezvolte abilități de evaluare critică a informațiilor și de utilizare responsabilă a instrumentelor digitale. IA generativă generează rapid texte, sinteze sau chiar referințe bibliografice, însă aceste rezultate nu sunt întotdeauna corecte sau complete. Din acest motiv, bibliotecarii joacă un rol important în formarea competențelor de alfabetizare în inteligență artificială, ajutând utilizatorii să înțeleagă limitele și riscurile utilizării acestor tehnologii și să aplice metode corecte de citare și verificare a informațiilor [11; 7]. Pe lângă aceste funcții, bibliotecarul universitar, devine și mediator între tehnologie și utilizator. Implementarea instrumentelor bazate pe inteligență artificială în biblioteci necesită dezvoltarea unor strategii instituționale care să asigure utilizarea responsabilă și etică a acestor tehnologii. Bibliotecarii sunt implicați în evaluarea instrumentelor digitale, în elaborarea politicilor privind utilizarea inteligenței artificiale și în consilierea utilizatorilor privind avantajele și limitările acestor tehnologii. În acest sens, rolul lor depășește funcțiile tradiționale ale profesiei și se extinde către domenii precum etica informației, guvernanța datelor și managementul tehnologiilor emergente [14, 29].

O schimbare conceptuală în modul în care bibliotecile și bibliotecarii interacționează cu utilizatorii, duc la dezvoltarea de servicii proactive și personalizate, bazate pe analiza comportamentului informațional al utilizatorilor și pe anticiparea nevoilor acestora. Această transformare presupune implicarea bibliotecarilor în dezvoltarea unor sisteme inteligente de recomandare a resurselor și în crearea unor servicii digitale adaptate nevoilor comunității academice [15].

Redefinirea rolului bibliotecarului academic implică și o serie de provocări. Una dintre cele mai importante este necesitatea formării profesionale continue. Pentru a putea utiliza și evalua eficient tehnologiile bazate pe inteligență artificială, bibliotecarii trebuie să dezvolte competențe în domenii precum analiza datelor, gestionarea algoritmilor de căutare, etica tehnologiei și managementul infrastructurilor digitale. În același timp, există preocupări legate de transparența deciziilor algoritmice, de protecția datelor utilizatorilor și de menținerea rolului expertizei umane într-un mediu din ce în ce mai automatizat [7].

Metodologia cercetării

Prezenta lucrare are la bază o abordare calitativă, fundamentată pe analiza critică și sinteza literaturii de specialitate relevantă pentru domeniul biblioteconomiei și științelor informației, în contextul dezvoltării inteligenței artificiale generative. Demersul de cercetare a vizat identificarea, selectarea și analiza unor studii recente publicate în reviste științifice internaționale de prestigiu, care abordează impactul inteligenței artificiale asupra învățământului superior, dezvoltării competențelor digitale, incluziunii educaționale și utilizării etice a tehnologiilor emergente.

Procesul de documentare a presupus consultarea bazelor de date academice internaționale și selectarea articolelor relevante pe baza unor criterii precum actualitatea, relevanța tematică și caracterul științific al publicațiilor. Analiza a fost realizată prin metoda sintezei tematice, urmărind identificarea principalelor direcții de cercetare și a tendințelor emergente privind integrarea inteligenței artificiale în mediul universitar. În acest sens, am examinat studii, cercetări empirice și analize conceptuale, pentru a asigura o perspectivă comprehensivă asupra fenomenului investigat.

Interpretarea datelor a fost realizată dintr-o perspectivă interdisciplinară, integrând concepte din științele educației, știința informației și tehnologiile digitale, cu accent pe rolul bibliotecii universitare ca infrastructură de suport pentru învățare și cercetare. Analiza a urmărit evidențierea modului în care aceste transformări influențează redefinirea rolului bibliotecarului academic, în contextul utilizării și implementării inteligenței artificiale generative în bibliotecile universitare și academice.

În lucrarea mi-am propus să ofer o imagine coerentă și argumentată asupra transformărilor actuale din mediul academic, evidențiind implicațiile acestora pentru dezvoltarea serviciilor bibliotecare și pentru adaptarea profesiei de bibliotecar la noile cerințe tehnologice și educaționale.

Concluzii. Inteligența artificială generativă redefinește rolul și funcționarea bibliotecilor universitare, transformându-le din simple structuri de suport în actori strategici ai ecosistemului academic. Într-un context marcat de incertitudine și schimbări rapide, bibliotecile au nevoie să adopte o abordare flexibilă, să investească în dezvoltarea competențelor digitale și să valorifice resursele informaționale unice de care dispun. Totodată, își extind rolul către domenii precum etica utilizării inteligenței artificiale, guvernanța datelor și protecția informației.

Odată cu apariția provocărilor generate de inteligența artificială, profesia de bibliotecar nu va dispărea, dar își va extinde capacitatea de a servi comunitățile. Bibliotecarii vor deveni adevărați ghizi digitali, sprijinind utilizatorii în navigarea și utilizarea responsabilă a instrumentelor bazate pe AI. Rolul lor capătă o dimensiune strategică în facilitarea proceselor de învățare, cercetare și inovare și consolidând poziția bibliotecilor ca pilon central al ecosistemului academic.

BIBLIOGRAFIE

1. Association of College and Research Libraries. *Framework for Information Literacy for Higher Education*. Chicago: ACRL, 2015. http://www.ala.org/acrl/standards/ilframework
2. BORGMAN, C. L. *Scholarship in the Digital Age: Information, Infrastructure, and the Internet*. Cambridge: MIT Press, 2007. https://doi.org/10.7551/mitpress/7434.001.0001
3. BUCKLAND, M. *Redesigning Library Services: A Manifesto*. Chicago: American Library Association, 1992. https://dn721505.ca.archive.org/0/items/redesigninglibra00buck/redesigninglibra00buck.pdf
4. CHEAH, Y. H., & KIM, J. STEM teachers' perceptions, familiarity, and support needs for integrating generative artificial intelligence in K-12 education. *School Science and Mathematics*, 2026, 126(1), 44–59. https://doi.org/10.1111/ssm.18334
5. CHEDRAWI, Ch., Gloria HADDAD, Gh. H., R. ELALI. Can artificial intelligence bridge the diversity, equity, and inclusion gap for a sustainable future? A PRISMA systematic review, *Journal of Innovation & Knowledge*, Volume 15, 2026, https://doi.org/10.1016/j.jik.2026.100986
6. CORRALL, S., KENNAN, M. A., & AFZAL, W. Bibliometrics and research data management services: Emerging trends in library support for research. *Library Trends*, 2013, 61(3), pp. 636–674. https://doi.org/10.1353/lib.2013.0005
7. COX, A. M., PINFIELD, S., & RUTTER, S. The intelligent library: Thought leaders' views on the likely impact of artificial intelligence on academic libraries. *Library Hi Tech*, 2019. 37(3), pp.418–435. https://doi.org/10.1108/LHT-08-2018-0105
8. DWIVEDI, Y. K., et al. Opinion Paper: "So what if ChatGPT wrote it?" Multidisciplinary perspectives on opportunities, challenges and implications of generative conversational AI for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, 2023, Volume 71, https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2023.102642
9. FLORIDI, L., & CHIRIATTI, M. GPT-3: Its nature, scope, limits, and consequences. *Minds and Machines*, 2020, 30(4), pp.681–694. https://link.springer.com/article/10.1007/s11023-020-09548-1
10. GOLAN, C. Learning with generative AI: an empirical study of students in higher education. *Education Sciences*. 2025. Volume 15, no. 12. https://doi.org/10.3390/educsci15121696
11. HARUNA, L., LAWAL, B, S., SHEHU, A. Artificial intelligence (ai) and the future of library and information centres (lics) in the 21st century. *Lafia Journal of Library and Information Science*, 2025, 4(1), pp. 83-94, https://lalibjournals.org/index.php/LJLIS/article/view/224

12. HERVIEUX, S., & WHEATLEY, A. Perceptions of artificial intelligence: A survey of academic librarians in Canada and the United States. *The Journal of Academic Librarianship*, 2021, 47(1). https://doi.org/10.1016/j.acalib.2020.102270
13. JAMADAR, R. A., PATIL, P., MAGAR, H. B., & WANKHADE, M. P. Real-time ai feedback for performance students. ShodhKosh: *Journal of Visual and Performing Arts*, 7(1s), 2026. pp.138–146. https://doi.org/10.29121/shodhkosh.v7.i1s.2026.7079
14. JYOTI, KUMAR, P. Reshaping the library landscape: Exploring the integration of artificial intelligence in libraries. *IP Indian Journal of Library Science and Information Technology*, 2024, *9*(1), pp. 29-36. https://doi.org/10.18231/j.ijlsit.2024.005
15. KIM, J. Academic Library with Generative AI: From passive information providers to proactive knowledge facilitators. *Publications*, 2025, 13(3), p.37. https://doi.org/10.3390/publications13030037
16. PINFIELD, S., COX, A. M., & SMITH, J. Research data management and libraries: Relationships, activities, drivers and influences. *PLOS ONE*, 2014, 9(12). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114734
17. RAD, Dana, Alina ROMAN, Anca EGERĂU, Sonia IGNAT, Evelina BALA, Tiberiu DUGHI, Musata BOCOS, Daniel MARA, Elena-Lucia MARA, Alina COSTIN, Radiana MARCU, Corina COSTACHE COLAREZA, Claudiu COMAN and Gavril RAD. Empowered or Constrained? Digital Agency, ethical implications, and students' intentions to use artificial intelligence. *Behavioral Sciences*, 2026, 16 (222), https://doi.org/10.3390/bs16020222
18. SUBER, P. *Open Access*. Cambridge: MIT Press. 2012. http://direct.mit.edu/books/book-pdf/2416874/book_9780262301732.pdf
19. TENOPIR, C., HUGHES, D., ALLARD, S., FRAME, M., BIRCH, B., BAIRD, L., SANDUSKY, R., LANGSETH, M. & LUNDEEN, A. Research data services in academic libraries: data Intensive roles for the future?. *Journal of eScience Librarianship*, 2015, 4(2). P. 4. https://doi.org/10.7191/jeslib.2015.1085
20. WU, Qinglan, LANZHEN Chen, MINWEI Chen, YANGJIE Huang. Exploring the impact of artificial intelligence on business talent development in higher education:A systematic literature review and research agenda. *The International Journal of Management Education*, Volume 24, Issue 1, 2026. https://doi.org/10.1016/j.ijme.2025.101287

ROLUL-CHEIE AL IDENTIFICATORILOR PERSISTENȚI ÎN ECOSISTEMUL ȘTIINȚEI DESCHISE

THE CRITICAL ROLE OF PERSISTENT IDENTIFIERS IN ADVANCING OPEN SCIENCE

Irina COJOCARU, cercetătoare,
Institutul de Dezvoltare a Societății Informaționale

Irina COJOCARU, researcher,
Information Society Development Institute
ORCID: 0000-0001-5591-422X
e-mail: irina.cojocaru@idsi.md

CZU:001.89:004.65
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p428-435

Abstract. In the context of the digital transformation of research, persistent identifiers have become an essential infrastructure for the coherent functioning of the Open Science ecosystem. This paper analyzes their role, focusing on the state of research information infrastructure in the Republic of Moldova and on the relationship between persistent identifiers, metadata and interoperability. The central argument is that persistent identifiers are not merely alphanumeric strings, but infrastructure nodes that enable the disambiguation of research actors and objects, the automation of workflows, the controlled propagation of metadata, and the strengthening of trust in scientific communication. The main categories of identifiers are discussed, with a focus on ORCID for individuals, DOI for publications and research outputs, as well as ROR for organizations, all integrated into a broader landscape of knowledge graphs and open infrastructures, illustrated by the OpenAIRE Graph. The study shows that the major benefits of these tools include increased international visibility, reduced administrative duplication, streamlined reporting, improved traceability of funding and results and strengthened capacity for evaluating scientific performance. At the same time, the analysis highlights that the value of persistent identifiers depends on the extent of their adoption and on social and technical integration among researchers, institutions, publishers, funders and repositories. In conclusion, the coherent implementation of persistent identifiers must be treated as a strategic priority for strengthening the national research infrastructure and for full alignment with FAIR principles and Open Science practices.

Keywords: persistent identifiers, Open Science, ORCID, DOI, interoperability

Introducere

Transformările recente din comunicarea științifică au schimbat radical modul în care sunt produse, evaluate, diseminate și reutilizate rezultatele cercetării. Trecerea de la modele predominant locale și fragmentate la ecosisteme digitale distribuite a generat beneficii evidente pentru accesul la cunoaștere, însă a produs și o serie de probleme legate de dezambiguizare, interoperabilitate, încredere și sustenabilitate informațională. Într-un mediu în care cercetătorii publică în reviste diferite, depun

rezultate în repozitorii, participă în proiecte finanțate de actori multipli și utilizează sisteme instituționale eterogene, simpla existență a informației nu mai este suficientă. Devine esențială existența unor mecanisme stabile, prin care entitățile să poată fi identificate univoc și conectate între ele.

Actualmente ecosistemul național al comunicării științifice din Republica Moldova include 51 reviste științifice acreditate [9], 11 repozitorii instituționale, 2 sisteme CRIS și 2 repozitorii naționale de literatură științifică [10], inclusiv Instrumentul Bibliometric Național [5], cel mai mai repozitoriu de publicații științifice din țară. Toate aceste sisteme indică o bază infrastructurală relevantă, dar și nevoia de coordonare și integrare mai profundă. Simpla existență a acestor elemente de infrastructură informațională nu garantează vizibilitate internațională, conectivitate semantică sau încredere în conținut.

Din această perspectivă, identificatorii persistenți reprezintă nu doar instrumente tehnice, ci și mecanisme de guvernanță informațională. Aceștia fac posibilă identificarea unică a persoanelor, publicațiilor, instituțiilor, proiectelor, granturilor sau seturilor de date și permit ca aceste entități să fie interconectate prin metadate interoperabile. În forma lor matură, identificatorii persistenți susțin obiective definitorii ale Științei Deschise: transparență, reutilizare, responsabilitate, accesibilitate și evaluare bazată pe conexiuni verificabile.

Scopul prezentei lucrări este de a analiza rolul cheie al identificatorilor persistenți în ecosistemul Științei Deschise, cu accent asupra funcțiilor lor infrastructurale, a beneficiilor pentru principalele categorii de actori și a relevanței lor pentru consolidarea sistemului de cercetare din Republica Moldova. Analiza este axată pe 4 teme centrale: (1) problema fragmentării ecosistemului științific; (2) natura și proprietățile identificatorilor persistenți, rolul specific al ORCID, DOI și ROR; (3) relația dintre metadate și infrastructura digitală și (4) implicațiile strategice ale adoptării acestor instrumente la scară națională și internațională.

Fragmentarea ecosistemului științific și nevoia de integrare

Unul dintre argumentele forte în favoarea adoptării identificatorilor persistenți este acela că lipsa de integrare între sistemele de cercetare generează ineficiență semnificativă. În practică, un cercetător sau bibliotecar poate fi obligat să introducă aceleași informații în diverse sisteme: repozitorii, platforme editoriale, aplicații pentru granturi, sisteme de raportare, baze de date instituționale etc. Această duplicare a efortului consumă timp, crește costurile administrative și favorizează apariția erorilor de transcriere sau a inconsecvențelor între surse [1]. Problema nu este, așadar, doar una tehnologică, ci și una organizațională, pentru că fragmentarea generează un deficit de coerență informațională la nivelul întregului sistem.

Într-un astfel de context, lipsa unor identificatori standardizați afectează atât vizibilitatea rezultatelor, cât și capacitatea sistemului de a răspunde unor întrebări elementare. Este cercetarea națională suficient de vizibilă la nivel internațional? Pot fi conectate publicațiile cu granturile și organizațiile relevante? Sunt datele asociate

unui rezultat suficient de robuste pentru a permite verificarea și reutilizarea lor? Răspunsul la aceste întrebări depinde într-o măsură semnificativă de calitatea infrastructurii metadatelor și de adoptarea identificatorilor persistenți.

Din punct de vedere conceptual, Știința Deschisă nu se reduce la acces deschis la publicații. Ea presupune existența unor infrastructuri capabile să susțină circulația controlată și verificabilă a informației. OpenAIRE Graph este un exemplu relevant în acest sens, fiind descris drept una dintre cele mai mari colecții deschise de înregistrări științifice la nivel mondial și agregând peste 350 milioane de înregistrări și legături între publicații, seturi de date, software, autori, organizații, proiecte și finanțatori [8]. O astfel de infrastructură nu poate funcționa eficient în absența unor identificatori persistenți și a unor metadate standardizate, deoarece tocmai aceste elemente permit curățarea, reduplicarea, îmbogățirea și analiza informațiilor la scară largă.

Identificatorii persistenți – esență și importanță

Un identificator persistent este un identificator unic și durabil, utilizat pentru a recunoaște fără echivoc o entitate din ecosistemul cercetării și pentru a asigura conectarea acesteia cu metadatele și resursele asociate. Identificatorul persistent nu este doar o denumire tehnică, ci un mecanism susținut instituțional și tehnologic pentru a asigura continuitatea identificării unei entități în timp.

Identificatorii persistenți sunt definiți prin câteva trăsături esențiale: unicitate, persistență, rezolvabilitate atât pentru oameni, cât și pentru mașini, precum și compatibilitate cu logica FAIR, adică capacitate de regăsire, accesibilitate, interoperabilitate și reutilizare. Aceste caracteristici îi diferențiază de simple etichete locale sau de adrese web instabile.

Importanța acestor identificatori derivă din trei funcții majore:

1. *dezambiguizare* – în domeniul științific, confuzia între persoane cu nume similare, între organizații cu denumiri apropiate sau între versiuni ale aceluiași rezultat poate afecta atât atribuirea meritelor științifice, cât și evaluarea corectă a performanței.
2. *interoperabilitate* – atunci când sistemele distincte recunosc aceiași identificatori, informația poate circula automat între acestea, reducând nevoia de reintroducere manuală a datelor și riscul de inconsistență.
3. *încredere* – identificatorii, împreună cu metadatele asociate, permit verificarea relațiilor dintre cercetători, rezultate, organizații și surse de finanțare.

Crossref, agenție de înregistrare a DOI-urilor și un furnizor de infrastructură de metadate pentru publicațiile și rezultatele cercetării¸ subliniază explicit că valoarea unui DOI nu rezidă în șirul de caractere în sine, ci în metadatele asociate, care oferă context despre obiectul identificat și fac posibile conexiuni cu alte entități [6], inclusiv persoane identificate prin ORCID și organizații identificate prin ROR. Astfel, accentul se mută de la identificator ca simplu cod, la identificator ca poartă de acces către o structură mai amplă de semnificații și relații. Putem concluziona că identi-

ficatorii persistenți nu sunt doar șiruri numerice, ci reprezintă elemente critice ale infrastructurilor de cercetare digitale.

ORCID, DOI și ROR ca piloni ai infrastructurii digitale a cercetării

În arhitectura contemporană a comunicării științifice, diferitele tipuri de identificatori persistenți se referă la entități diferite și răspund unor nevoi complementare.

ORCID este dedicat persoanelor implicate în cercetare, precum autorii de publicații științifice, recenzenții etc. Potrivit definiției oficiale, ORCID oferă un identificator unic și persistent gratuit pentru cercetători, un profil digital conectat la acest identificator și API-uri care facilitează interoperabilitatea cu organizațiile membre [3]. Misiunea sa este de a permite conexiuni transparente și de încredere între cercetători, contribuțiile și afilierile acestora. Din perspectiva lucrării de față, importanța ORCID este dublă. Pe de o parte, acesta soluționează problema omonimiei și a variațiilor de nume. Pe de altă parte, creează un profil digital capabil să integreze activități, afilieri, finanțări, evaluări și rezultate științifice într-un cadru controlat de cercetător și nu de careva actori externi (ex. deținătorul bazei de date, precum Scopus sau Web of Science).

DOI funcționează ca identificator persistent pentru obiecte de cercetare, în primul rând publicații, dar și teze, rapoarte, preprinturi, seturi de date și chiar componente ale publicațiilor, precum tabele sau figuri. Crossref susține că fiecare înregistrare de metadate trebuie să aibă un DOI unic asociat, care funcționează simultan ca identificator al înregistrării și ca locator persistent. Persistența DOI este condiționată de menținerea actualizată a legăturilor și a metadatelor, ceea ce evidențiază că infrastructura persistentă presupune nu numai standarde tehnice, ci și angajamente instituționale continue [4]. În mod deosebit, includerea DOI în referințele bibliografice contribuie la colectarea automată a citărilor și la consolidarea rețelei globale a comunicării științifice.

ROR completează această arhitectură prin identificarea organizațiilor. ROR este descris ca un registru global, deschis, dezvoltat de comunitate, pentru organizațiile implicate în cercetare, incluzând universități, laboratoare, centre de cercetare, companii, organizații nonprofit și instituții guvernamentale [11]. Acesta permite dezambiguizarea afilierilor și conectarea organizațiilor la cercetători și rezultate ale cercetării, fiind, în plus, identificatorul organizațional preferat de Crossref, DataCite și ORCID. În absența unui astfel de instrument, analiza colaborărilor instituționale, cartografierea producției științifice sau urmărirea fluxurilor de finanțare devin mult mai dificile.

Pentru a sintetiza relația dintre acești identificatori, Tabelul 1 evidențiază funcțiile principale ale fiecăruia în ecosistemul Științei Deschise.

Această complementaritate arată că eficiența maximă nu este obținută prin adoptarea izolată a unui singur tip de identificator, ci prin conectarea acestora într-un sistem unitar de metadate. Când un articol deține DOI, autorul deține ORCID, iar instituția este identificată prin ROR, devine posibilă reconstruirea automată a relației

Tabel 1. Rolul identificatorilor persistenți

Identificator persistent	Entitatea vizată	Funcția principală	Beneficiul sistemic
ORCID	Persoană / cercetător	Dezambiguizarea autorilor și conectarea contribuțiilor	Atribuire corectă, profil digital interoperabil, reducerea sarcinii administrative
DOI	Publicație, set de date, teză, raport, alt rezultat	Localizare persistentă și conectarea metadatelor rezultatului	Citare robustă, descoperire mai bună, legături stabile între obiecte și actori
ROR	Organizație de cercetare sau finanțare	Dezambiguizarea instituțiilor și a afilierilor	Analiză instituțională, interoperabilitate între sisteme, urmărirea colaborărilor

dintre rezultat, persoană și organizație. La aceasta se pot adăuga, după caz, identificatori pentru proiecte, granturi și surse de finanțare, completând o rețea informațională complexă și verificabilă.

Este esențial de reținut că identificatorii persistenți trebuie interpretați și înțeleși împreună cu metadatele asociate lor. Fără metadate corecte, actualizate și deschise, identificatorul rămâne un semn tehnic cu utilitate limitată. Cu metadate bogate și complete, acesta devine un nod de infrastructură capabil să susțină procese complexe de descoperire, agregare, analiză și evaluare. De aceea, în prezent identificatorii persistenți sunt tot mai des asociați cu conceptul de „trust markers" (markeri de încredere), sugerând că încrederea în comunicarea științifică depinde tot mai mult de existența unor conexiuni verificabile și standardizate [7, 20].

Crossref susține această perspectivă atunci când afirmă că metadatele atașate DOI-urilor oferă context despre contribuții, finanțatori sau rezumate și permit legături cu alte entități. În mod asemănător, OpenAIRE Graph demonstrează cum

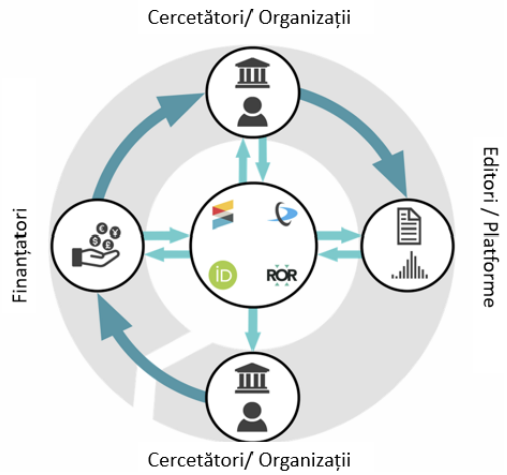


Figura 1. Ecosistemul identificatorilor persistenți
Sursa: adaptată de autoare după [2]**

agregarea datelor din surse de încredere, urmată de procese de curățare, deduplicare și îmbogățire, poate transforma înregistrări distincte într-o infrastructură de cunoștințe, utilă pentru descoperire, monitorizare și evaluare. Astfel, valoarea unui identificator persistent nu poate fi separată de calitatea și circulația metadatelor pe care le conține.

Această perspectivă are implicații importante pentru practica academică și pentru administrarea cercetării. Guvernele pot urmări mai bine impactul investițiilor în cercetare și dezvoltare; finanțatorii pot conecta granturile cu rezultatele; instituțiile pot analiza colaborările, producția științifică și sursele de finanțare; cercetătorii își pot interconecta lucrările, colaboratorii și oportunitățile de finanțare; editorii pot identifica mai exact afilierile și pot interconecta rezultatele în scopul creșterii descoperibilității1. Așadar, identificatorii persistenți și metadatele aferente funcționează simultan ca instrumente de sporire a eficienței, de guvernanță și de evaluare.

Adoptarea la scară largă și relevanța pentru Republica Moldova

Practica internațională demonstrează concludent că beneficiile identificatorilor persistenți depind de proporția adoptării acestora. În termeni practici, aceasta înseamnă că utilitatea unui identificator persistent nu poate fi evaluată exclusiv la nivel individual. Un cercetător care deține ORCID beneficiază de o identitate digitală mai exactă, dar avantajele reale cresc exponențial atunci când identificatorul este recunoscut de universități, edituri, finanțatori, repozitorii și sisteme naționale de raportare. În mod similar, un DOI atribuit unei publicații devine cu adevărat valoros atunci când este inclus în referințe, indexat de platforme internaționale, conectat cu ORCID-urile autorilor și asociat cu afilieri descrise prin ROR. Prin urmare, adoptarea trebuie înțeleasă ca proces coordonat de standardizare la nivelul întregului ecosistem, nu ca sumă de inițiative disparate.

În acest proces, bibliotecile universitare și structurile de sprijin pentru cercetare au un rol deosebit. Bibliotecile sunt adesea actorii care mediază între standardele internaționale și practicile locale de descriere, depozitare și diseminare a producției științifice. Ele pot sprijini cercetătorii în crearea și actualizarea profilurilor ORCID, pot promova bunele practici privind includerea DOI în referințele bibliografice, pot contribui la normalizarea denumirilor instituționale prin ROR și pot susține calitatea metadatelor din repozitorii. În acest sens, biblioteca academică nu mai este doar un spațiu de acces la resurse, ci un actor strategic al infrastructurii informaționale a Științei Deschise.

Beneficiile identificatorilor persistenți depind de proporția adoptării, iar această afirmație trebuie citită în logica efectelor de rețea. Un sistem bazat pe identificatori persistenți devine cu atât mai valoros cu cât mai multe organizații, reviste, repozitorii, finanțatori și cercetători îl utilizează în mod coerent. Adoptarea parțială duce la avantaje locale, dar adoptarea extinsă generează avantaje sistemice: circulația mai rapidă a metadatelor, automatizarea fluxurilor de lucru, reducerea costurilor administrative și posibilitatea construirii unor indicatori mai fiabili.

În cazul Republicii Moldova, această idee are o relevanță strategică deosebită. Existența unor reviste științifice, repozitorii și sisteme instituționale denotă o bază infrastructurală deja prezentă. Totuși, fără integrarea consecventă a ORCID, DOI și ROR, aceste componente riscă să rămână insule informaționale, insuficient conectate între ele și cu ecosistemul internațional. Pentru o comunitate științifică ce urmărește creșterea vizibilității, consolidarea participării în rețele internaționale și îmbunătățirea evaluării cercetării, adoptarea identificatorilor persistenți trebuie sp devină o politică publică și practică instituțională, nu doar opțiune tehnică.

Din această perspectivă, obiectivul unui ecosistem integrat de informații științifice este pe deplin justificat. El presupune o mai bună înțelegere a rezultatelor cercetării, atribuirea exactă a acestora, creșterea credibilității și integrității cercetării, reducerea poverii administrative și alinierea la principiile FAIR. Toate aceste obiective converg spre aceeași concluzie: identificatorii persistenți sunt infrastructura invizibilă, dar decisivă, care permite ca informația științifică să fie nu doar disponibilă, ci și conectată, verificabilă și reutilizabilă.

Concluzii și recomandări

Analiza de față conchide că identificatorii persistenți reprezintă o componentă critică a ecosistemului contemporan al Științei Deschise. Importanța lor depășește funcția de etichetare tehnică a unor entități și se extinde asupra întregii arhitecturi a comunicării științifice. Prin ORCID, DOI și ROR, sistemul de cercetare dobândește mecanisme de identificare univocă, de conectare a actorilor și obiectelor științifice, de automatizare a fluxurilor informaționale și de consolidare a încrederii. În acest sens, identificatorii persistenți trebuie priviți ca infrastructură digitală fundamentală, comparabilă, ca importanță strategică, cu repozitoriile, sistemele CRIS sau platformele editoriale.

Valoarea practică a identificatorilor persistenți depinde decisiv de calitatea metadatelor și de nivelul de adoptare în ecosistem. Un identificator persistent fără metadate adecvate produce beneficii limitate, iar un set de metadate excelente, dar utilizat izolat, nu generează efectele de rețea necesare pentru transformarea sistemică. De aceea, succesul infrastructurii identificatorilor presupune atât standardizare tehnică, cât și coordonare instituțională între cercetători, universități, biblioteci, editori, finanțatori și organisme de reglementare.

Pentru Republica Moldova, recomandările care derivă din această analiză includ:

– este necesară extinderea adoptării ORCID la nivelul întregii comunități academice și integrarea sa în toate fluxurile relevante, de la depunerea manuscriselor la raportarea proiectelor și actualizarea profilurilor instituționale;
– revistele, repozitoriile și platformele instituționale trebuie să dezvolte politici consecvente pentru atribuirea și afișarea DOI, inclusiv pentru teze, rapoarte și seturi de date;

– identificarea organizațiilor prin ROR ar trebui introdusă sistematic în metadatele publicațiilor și ale bazelor instituționale, pentru a sprijini dezambiguizarea afilierilor și evaluarea colaborărilor;
– este recomandabilă conectarea sistemelor naționale la infrastructuri internaționale, precum OpenAIRE, BASE etc. astfel încât metadatele produse local să fie propagabile, descoperibile și reutilizabile la scară largă.

În concluzie, consolidarea ecosistemului Științei Deschise depinde nu doar de disponibilitatea resurselor științifice, ci de capacitatea sistemului de a le conecta într-o manieră stabilă, transparentă și interoperabilă. Identificatorii persistenți fac posibilă această conectare. Prin urmare, adoptarea lor trebuie tratată ca o investiție strategică în calitatea, vizibilitatea și credibilitatea cercetării.

BIBLIOGRAFIE

1. BARILLA, M.; JONES, P. Making the case for investment in PIDs. Online (13 iunie 2024). https://doi.org/10.48813/wjp1-gk54 [accesat 2026-03-17]
2. BROWN, J.; JONES, P.; MEADOWS, A. & MURPHY, F. The PID-optimised Research Lifecycle. Online (21 iunie 2021). Zenodo. https://zenodo.org/records/4991733 [accesat 2026-03-17]
3. CHENG, E. Connecting PIDs Root for Open Science. Online (1 noiembrie 2023). Crossref. Disponibil: https://community.crossref.org/t/better-together-pids-and-open-science-connections-make-science-open/3871/1 [accesat 2026-03-17]
4. Current membership terms. Online (11 iulie 2025). Crossref. Disponibil: https://www.crossref.org/membership/terms/ [accesat 2026-03-17]
5. Instrumentul Bibliometric Național. Online. Institutul de Dezvoltare a Societatii Informational. Disponibil: https://ibn.idsi.md/ [accesat 2026-03-17]
6. LAMMEY, R.; FAIRHURST, V. Not just identifiers: why Crossref DOIs are important. Online. Crossref. Disponibil: https://www.crossref.org/pdfs/not-just-identifiers-why-crossref-dois-are-important-sep2-2020.pdf [accesat 2026-03-17]
7. NORTHOVER, R.; KOERS, H.; WOOD, A. et al. Trusted Identity in Academic Publishing. Part 2: The Researcher Identity Verification Framework. Online (11 martie 2025). STM Association. Disponibil: https://stm-assoc.org/document/trusted-identity-in-academic-publishing-2/ [accesat 2026-03-17]
8. OpenAIRE Graph. Online. OpenAIRE. Disponibil: https://graph.openaire.eu/ [accesat 2026-03-17
9. Registrul revistelor științifice de profil. Actualizat la 04.07.2025. Online. ANACEC. Disponibil: https://anacec.md/files/2025_Altele/poze deplasarea Turin %2B raport/Re Registrul-expertilor/REGISTRU REVISTELOR_04.07.2025.pdf [accesat 2026-03-17]
10. Republic of Moldova Country Page. Online (24 iunie 2025). OpenAIRE. Disponibil: https://www.openaire.eu/index.php?option=com_content&Itemid=2102&catid=163&id=3385&view=article [accesat 2026-03-17]
11. What is ROR? Online. ROR. Disponibil: https://ror.org/about/ [accesat 2026-03-17]

SCIENTIFIC LIBRARY IN THE CONTEXT OF EUROPEAN INTEGRATION: STANDARDS, PRACTICES AND DIRECTIONS OF DEVELOPMENT

BIBLIOTECA ȘTIINȚIFICĂ ÎN CONTEXTUL INTEGRĂRII EUROPENE: STANDARDE, PRACTICI ȘI DIRECȚII DE DEZVOLTARE

Veronica SANDU, bibliotecar principal,
UPS „Ion Creangă" din Chișinău
Angela MALANIUC, bibliotecar,
UPS „Ion Creangă" din Chișinău

Veronica SANDU, Head Librarian,
"Ion Creanga" SPU of Chisinau,
ORCID: 0009-0007-0043-5927
e-mail: v.sandu333@gmail.com
Angela MALANIUC, Librarian,
"Ion Creanga" SPU of Chisinau,
ORCID: 0009-0000-4179-6509
e-mail: malaniuc.angela@upsc.md

CZU: CZU 027.7:061.1EU.
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p436-448

Abstract. In the context of transformations generated by the knowledge-based society and the process of European integration, scientific libraries are strengthening their role as essential information infrastructures supporting education, research and innovation. This article analyses the role and functions of scientific libraries in relation to the alignment with European standards and practices in the field of librarianship. The study examines key international standards and recommendations promoted by organizations such as International Federation of Library Associations and Institutions and International Organization for Standardization, as well as the principles of open science promoted at the European level. The paper also highlights relevant practices of digitization and open access implemented in university libraries in Romania and Bulgaria. Based on the analysis, several development directions are identified for scientific libraries in the Republic of Moldova, including the expansion of digital infrastructures, the development of institutional repositories, the strengthening of librarians' professional competences and the enhancement of international cooperation. The results emphasize the importance of aligning academic libraries with European standards in order to increase the visibility of scientific research and to facilitate the integration of the national library system into the European research and education area.

Keywords: scientific libraries, European integration, digitalization, open access, scholarly communication, information infrastructures

Rezumat. În contextul transformărilor generate de societatea cunoașterii și al procesului de integrare europeană, bibliotecile științifice își consolidează rolul de infrastructuri informaționale esențiale în sprijinul dezvoltării educației, cercetării și inovării. Articolul analizează

rolul și funcțiile bibliotecilor științifice în contextul alinierii la standardele și practicile europene în domeniul biblioteconomic. Sunt examinate principalele standarde internaționale și recomandări promovate de organizații precum International Federation of Library Associations and Institutions și International Organization for Standardization, precum și principiile științei deschise promovate la nivel european. Studiul evidențiază, de asemenea, practici relevante de digitalizare și acces deschis implementate în bibliotecile universitare din România și Bulgaria. Pe baza analizei realizate sunt identificate direcții de dezvoltare pentru bibliotecile științifice din Republica Moldova, orientate spre digitalizare, dezvoltarea repozitoriilor instituționale, consolidarea competențelor profesionale ale bibliotecarilor și extinderea cooperării internaționale. Rezultatele cercetării subliniază importanța alinierii bibliotecilor academice la standardele europene pentru creșterea vizibilității cercetării științifice și pentru integrarea sistemului biblioteconomic național în spațiul european al educației și cercetării.

Cuvinte-cheie: biblioteci științifice, integrare europeană, digitalizare, acces deschis, comunicare științifică, infrastructuri informaționale

Introduction

In the context of the enlargement of the European Union, the Republic of Moldova focused on European integration as a vector of the country's development, being approved, by Law no. 315 of 17.11.2022 [1], the National Development Strategy "European Moldova 2030". This Strategy covers all sectors of the national economy, including libraries. The enlargement of the European Union has stimulated the adoption of good European practices in areas such as education, research and information infrastructures, creating premises for the integration of national library systems. In particular, scientific libraries were called upon to align services and collections with European standards, to develop digital infrastructures and institutional repositories and to promote open access to information and knowledge, thus contributing to the integration of academic communities into the European Research Area.

European integration is at the same time a broad process of institutional rapprochement and harmonization of public policies, which directly influences key areas of contemporary society, such as education, research and access to information. This process generates profound transformations in the way knowledge is produced, organized, and capitalized in the academic space. Strengthening a European Knowledge Area requires not only cooperation between education and research institutions, but also the development of information infrastructures capable of facilitating the free movement of scientific resources. Scientific libraries thus acquire a strategic significance, becoming important links in supporting academic activities and innovation processes [2].

The scientific library occupies today an important place in the academic infrastructure, being directly involved in the processes of access, organization and capitalization of scientific information, a role also recognized in the normative framework that regulates the organization and functioning of the library system. [3] The activity of the scientific library is no longer limited to the management of documentary collections, but includes a wide range of services intended to support scientific study,

research and communication. By facilitating access to informational resources, developing institutional repositories, and supporting the processes of dissemination of research results, scientific libraries actively contribute to the functioning of the academic environment. [4] In our opinion, their role becomes all the more important as the digital environment expands and academic cooperation intensifies at European level.

In the process of European integration, the alignment of academic institutions with the professional standards and practices recognized at European level becomes an important condition for the development and consolidation of information infrastructures. In the case of scientific libraries, this process involves the adoption of principles and mechanisms that ensure the interoperability of information systems, the quality of the services offered and compatibility with international academic networks. Professional standards, policies on open access and the development of digital resources contribute to the creation of a common functioning framework, which facilitates the exchange of information and the circulation of knowledge in the European space, including being supported by international standards such as ISO 2789:2022 on library statistics and ISO 11620:2023 on library performance indicators. From this perspective, alignment with European practices goes beyond the level of a simple formal adaptation to external requirements and reflects a process of institutional modernization that strengthens the role of scientific libraries in supporting education and research.

These transformations influence the activity of scientific libraries, which adapt their professional practices, information services and cooperation mechanisms to the requirements of the European academic area. However, the level of alignment with European standards and practices is not always uniform, and the implementation of principles such as the interoperability of information systems and open access to research results, promoted including through European initiatives such as the European Open Science Cloud (European Commission, 2018). [4] From this perspective, it becomes relevant to analyze the way in which scientific libraries adapt their activity to the requirements of European integration and the implications that this process has on the development of information services and academic infrastructures.

Starting from these considerations, the article aims to analyze the role of scientific libraries in the process of European integration, with a focus on the importance of alignment with the professional standards and practices promoted at European level. The article aims to highlight the main directions for aligning scientific libraries with the requirements of the European Knowledge Area and to analyze the implications of this process on the development of academic information services. The analysis reveals the relationship between European standards and policies in the field of information and the institutional transformations that influence the activity of scientific libraries. The ways in which these institutions contribute to the development of academic information infrastructures and their role in supporting education and research activities are analyzed. The main conceptual landmarks regarding the European Knowledge Area and the role of libraries within it are examined, as well as

the relevant European standards and initiatives for the library field, along with the directions of institutional and professional alignment that influence the development of information services in the academic environment.

The Scientific Library in the European Knowledge Area

The concept of a European Knowledge Area reflects efforts to develop a common framework in which education, research and innovation work in an interconnected way. In this process, cooperation between higher education institutions, research centers and information infrastructures becomes essential to ensure the efficient flow of knowledge and facilitate access to scientific resources. Strengthening this space involves the development of research programs, the intensification of academic mobility and the creation of institutional and technological mechanisms that facilitate the exchange of information and the capitalization of research results. From this perspective, information infrastructures, including scientific libraries, play an important role in supporting academic processes and integrating educational and research institutions into European knowledge networks [2].

The development of the European Knowledge Area is closely linked to the development of information infrastructures. In this complex information ecosystem, scientific libraries contribute to the organization and provision of documentary resources, the development of information services and the support of scientific communication processes. By integrating digital resources and participating in international academic networks, they contribute to expanding access to knowledge and increasing the visibility of scientific output [6].

In the contemporary university environment, the role of scientific libraries goes beyond the traditional functions of collecting and organizing documents, increasingly oriented towards the development of information services adapted to the needs of the academic community. By facilitating access to scientific databases, electronic resources and specialized information tools, scientific libraries support the study process, research activity and the development of users' information skills [7].

At the same time, scientific libraries contribute to strengthening scientific communication processes and increasing the visibility of research results. The development of institutional repositories, the management of academic publications and the support of open access initiatives are important directions through which these institutions participate in the dissemination and capitalization of scientific production. In this way, libraries become active actors in the academic ecosystem, contributing not only to access to knowledge, but also to the integration of educational and research institutions into international networks of scientific cooperation.

The digital transformation of the academic environment has significantly influenced the activity of scientific libraries, determining the expansion of electronic resources and the development of information services adapted to the online environment. Access to scientific databases, digital collections and academic platforms allows users to quickly consult relevant information resources, regardless of geo-

graphical location. In this context, scientific libraries become important mediators between users and digital resources, facilitating access to information and supporting study and research processes [8].

At the same time, the integration of libraries in professional networks and international projects contributes to the development of academic cooperation and the exchange of good practices. Participation in consortia for the acquisition of electronic resources, involvement in digitization projects and collaboration in European scientific information platforms are examples of how science libraries are expanding their activity in the European Knowledge Area. Through these initiatives, libraries facilitate access to information resources and support the strengthening of academic cooperation at international level.

The normative and institutional framework for European integration in the field of scientific libraries

European integration in the field of education and research is underpinned by a set of policies and initiatives aimed at strengthening academic cooperation and facilitating the circulation of knowledge. Within the European Union, these policies aim to develop a common research and education space, in which access to scientific resources, academic mobility and institutional collaboration are supported through common mechanisms and instruments. Within this framework, scientific libraries become important actors of the information infrastructure, contributing to the organization, management and dissemination of scientific information necessary for study and research activities [2].

Institutional alignment refers to the process by which academic institutions adapt their organizational structures, professional practices and information services to the standards and requirements promoted at European level. In the case of scientific libraries, this adaptation involves the integration of mechanisms that ensure the interoperability of information systems, the compatibility of digital infrastructures and the development of services oriented to the academic community. The adoption of European practices in the field of information organization and access to resources contributes to the strengthening of university information infrastructures and facilitates their integration into the European Knowledge Area.

An essential role in the development and promotion of library standards at international level is played by the International Federation of Library Associations and Institutions (IFLA), an organization that develops methodological guidelines and good practices for the organization and management of information resources in libraries. The recommendations and methodological guidelines developed by this organization are important landmarks for the organization and management of information resources in libraries, as well as for the development of modern information services.

In this context, the scientific libraries of the Republic of Moldova align their professional practices with the standards and good practices promoted at international level by:

- adoption of recommendations on cataloguing, description of resources and organization of metadata;
- the use of integrated library management systems that ensure data standardization and interoperability with other information systems;
- applying international standards and formats for bibliographic description and metadata structuring, such as Resource Description and Access, MARC21 and Dublin Core;
- implementing recommendations on assessing the quality of services, using performance indicators and monitoring user satisfaction;
- compliance with guidelines on the digital and physical preservation of collections;
- strengthening professional skills through the participation of specialists in training courses, conferences and international professional exchanges.

The application of these principles facilitates the interoperability of catalogues and cooperation between libraries at international level.

Another important milestone in the development of contemporary scientific libraries is the promotion of the principles of open science, supported by international organizations such as UNESCO and the European Commission. A European Open Science initiative is Plan S [9], which aims to make all publications resulting from publicly funded research available in immediate open access and aims to: increase the visibility of research, accelerate innovation and democratize access to knowledge, in line with the European Open Science values.

Within this framework, scientific libraries also play an important role in implementing the principles of open access and facilitating the dissemination of research results. Scientific libraries in the Republic of Moldova contribute significantly to increasing the visibility of scientific production and expanding access to information by developing institutional repositories, managing digital collections and supporting academic publishing. At the same time, libraries provide support to the academic community in the process of managing research data and in the use of digital information resources, thus strengthening the information infrastructure of the university environment.

Institutional repositories have become important components of academic information infrastructures, providing an organized framework for collecting, archiving and disseminating the results of scientific research. These digital platforms allow access to scientific articles, theses, research reports and other academic materials, facilitating the circulation of knowledge and expanding access to information. By developing these systems, academic institutions can capitalize more effectively on their scientific output and ensure better availability of research results.

At the same time, the standardization of library processes is supported by the work of the International Organization for Standardization (ISO), which develops technical standards used in information management and in evaluating library per-

formance. Among the most relevant standards are ISO 2789:2022 on library statistics, ISO 11620:2023 on library performance indicators and ISO 16439:2014 on assessing the impact of libraries on the academic community. The implementation of these standards allows library institutions to monitor the quality of the services offered, to evaluate the efficiency of activities and to improve institutional management processes.

In the European space, these guidelines are supported by initiatives and programs dedicated to the development of research and innovation infrastructure, which promote collaboration between academic institutions and facilitate access to digital scientific resources. Thus, the alignment of scientific libraries with European standards and practices is an essential condition for the modernization of library services, the increase of the visibility of research results and the development of a competitive information infrastructure, capable of meeting the requirements of the knowledgebase society.

Scientific libraries in the Republic of Moldova play an essential role in the development and administration of institutional repositories, providing technical and informational support for the collection and management of the scientific production of academic institutions, by organizing and indexing publications, as well as by promoting open access practices. Libraries also provide support to teachers and researchers in the process of archiving scientific papers and in using digital platforms for the dissemination of research results. These activities facilitate the integration of academic institutions into the international circuit of scientific communication and support their participation in European research networks.

For the states in the process of European integration, the adaptation of academic institutions to the policies and standards promoted is an important stage in the development of information infrastructures. In this context, the scientific libraries of the Republic of Moldova are modernizing their services, adopting professional standards compatible with European practices and developing institutional cooperation mechanisms, which are promoted in the professional community by organizing conferences, workshops, webinars and seminars, both nationally and internationally.

European integration also offers important opportunities for the modernization of the activity of scientific libraries, by facilitating access to international projects, academic cooperation programs and global information resources. Participation in European professional networks and involvement in digitization and open access initiatives such as the International Projects "Modernization of University Library Services in Moldova", "Online Cross-Border University Library for Equitable Access to High-Quality Educational Services" [10] contribute to increasing the visibility of academic institutions and strengthening the role of libraries in the European academic environment. By capitalizing on these opportunities, libraries become active actors in the process of integration into the European Knowledge Area.

European digitization practices and open access in science libraries

Technological transformations and the development of the information society have led European science libraries to adopt strategies to digitize and promote open

access to knowledge. These practices contribute to increasing the visibility of research results, preserving documentary heritage and facilitating global access to scientific resources. In the European space, numerous initiatives and cooperation projects between libraries, universities and research institutions have led to the creation of integrated and interoperable digital infrastructures.

One of the most important European initiatives in the field of digitization of cultural and scientific heritage is the Europeana digital platform [11], which provides online access to millions of digital objects from libraries, museums and archives across Europe. The associated project Europeana Libraries brought together the digital collections of research libraries from several European countries, integrating more than five million digital resources – books, articles, images, audio-video materials and academic theses – into a portal accessible to researchers and the general public. This platform is a relevant example of transnational collaboration, facilitating the interoperability of information infrastructures and promoting open access to the European documentary heritage.

Another relevant example is the development of university institutional repositories, which allow the storage, preservation and dissemination of academic research results in open access. One such project is Skemman, an institutional repository that brings together the scientific output of universities in Iceland and is managed by the National and University Library of Reykjavík [12]. The repository brings together scientific publications, doctoral theses and other academic works from several Icelandic universities, facilitating free access to the scientific production of the participating institutions.

In Central and Eastern Europe, the digitization of documentary heritage is supported by national projects for the digitization of cultural heritage. A relevant example is the Patrimonium project in Poland, carried out by the National Library and the Library of the Jagiellonian University in Cracovia [13]. The aim of the project was to digitize and make available to the public valuable collections of historical documents, manuscripts and rare prints, contributing to the preservation of cultural heritage and expanding access to documentary resources in digital format.

European university libraries are also developing digital systems and infrastructures dedicated to the management of research collections and data. For example, the University of Padova Library uses the Phaidra digital platform [14], a digital archiving and digital objects management system, for the long-term archiving of digitized collections and to facilitate access to digital academic resources. In parallel, libraries participate in European projects on the implementation of the FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) principles, which aim at the efficient organization and reuse of research data.

The experience of European scientific libraries therefore shows that the digitization of collections and the promotion of open access are key directions for the modernization of library services. The implementation of institutional repositories, participation in international digital platforms and the development of research data management infrastructures contribute to strengthening the role of libraries as cen-

tral actors in the open science and academic communication ecosystem. These practices can be valuable benchmarks for the development of scientific libraries in the Republic of Moldova, facilitating their integration into European information and research networks.

In Central and Eastern Europe, science libraries have implemented numerous digitization and open access initiatives, in line with European policies on open science and the free dissemination of research results. Relevant examples can be seen in academic libraries in Romania and Bulgaria, which have developed institutional repositories, digital libraries and platforms for access to scientific publications.

In Romania, university libraries have developed in recent years digital repositories that allow the preservation and dissemination of scientific production in open access. A relevant example is the digital library of the "Alexandru Ioan Cuza" University from Iași [15], which manages the institutional repository eLibrary@UAIC. This platform includes scientific articles, doctoral theses, teaching materials and papers presented at conferences, being indexed including in academic engines such as Google Scholar. The repository ensures the preservation and open access to the documents produced by the academic community of the university.

Another example is the "Mihai Eminescu" Central University Library from Iasi [16], which offers online access to digitized collections such as books, periodicals, photographs and historical documents. The platform allows the organization and preservation of resources in digital format and facilitates access to documentary heritage for researchers and the general public.

Also, the university libraries in Timisoara have developed digital collections and institutional repositories based on the open-source DSpace platform, used for the management and dissemination of academic works and research materials produced within universities.

Bulgarian science libraries have developed digital platforms and institutional repositories in line with the principles of open access. A relevant example is the electronic repository of the New Bulgarian University of Sofia [17], which ensures the long-term preservation and free dissemination of scientific publications of teachers and doctoral students. The repository operates in accordance with the Open Archives Initiative standards, facilitating access and interoperability of scientific data.

Another example is the electronic repository of the Medical University of Sofia [18], which includes thousands of scientific papers – monographs, articles, theses and university courses – available in full text. The platform was created to promote the achievements of academic research and to support the principles of open science in the medical field.

Bulgaria also operates the digital platform dCOBISS [19], part of the cooperative library system COBISS (Co-operative Online Bibliographic System and Services), which allows the storage and management of scientific publications in digital format and facilitates users' access to academic resources and research projects.

At the same time, important libraries such as the National Library of Bulgaria "St. Cyril and Methodius National Library" [20] or the library of the University of

Sofia "St. Kliment Ohridski" [21] have created extensive digital collections including manuscripts, rare books, periodicals and historical documents accessible online.

Relevance for the development of scientific libraries. The experience of academic libraries in Romania and Bulgaria highlights the importance of developing digital infrastructures and institutional repositories for capitalizing on documentary heritage and increasing the visibility of scientific research. The implementation of these practices contributes to strengthening open access to information, integrating libraries into international academic networks and aligning national library systems with European open science standards.

The digitization of collections is aimed in particular at preserving documentary heritage and facilitating users' access to information resources. The transformations generated by the development of digital technologies have led to the expansion of electronic collections and the diversification of ways of accessing information. By digitizing documents and developing digital libraries, academic institutions can ensure better preservation of documentary heritage and, at the same time, facilitate users' access to information resources.

Institutional cooperation is an important component of the development of scientific libraries in the context of European integration. Participation in professional networks, consortia and international projects facilitates the exchange of experience and access to information resources and advanced technologies. Through these forms of collaboration, libraries expand their development possibilities and strengthen their role in academia.

An example of good practices for libraries in the Republic of Moldova is the Moldovan Digital Library of the National Library of the Republic of Moldova [22], which is an important benchmark for capitalizing on documentary heritage and achieving the objectives of European integration.

Also, of particular importance is the Primo LibUnivCatalog [23] platform, which represents the shared catalog of seven university libraries in the Republic of Moldova and which hosts, at the same time, the institutional repositories of these universities. This platform, in our opinion, is the most competitive in the country. International cooperation favors the implementation of joint digitization projects, the development of information infrastructures and the implementation of innovative solutions in the field of information resources management. An example of international cooperation is the International Project "Modernization of University Library Services in Moldova", within which institutional repositories of universities in the Republic of Moldova were created and developed. Although this project started in 2016, the scientific libraries managed to quickly develop their own repositories, giving some of them the opportunity to compete with the European ones. Participation in such initiatives strengthens the position of libraries in the European Knowledge Area and expands opportunities for academic cooperation.

The practices analyzed highlight the fact that the modernization of information services, the digitization of collections and institutional cooperation are essential directions for strengthening the role of scientific libraries in the European Knowledge Area.

Challenges and opportunities of European integration for science libraries

The European integration process generates a series of challenges for scientific libraries, generated by technological transformations and the evolution of academic information infrastructures. Adapting to these transformations involves the development of digital infrastructures, the modernization of information services and the integration of libraries into academic networks and international information systems.

Institutional challenges are associated with the need to reorganize library services and adapt institutional policies to the requirements of the contemporary academic environment. At the same time, the development of information technologies requires investments in digital infrastructures and information systems capable of ensuring the efficient management of electronic information resources. Added to these are the professional challenges, determined by the need to develop the skills of library staff and to adapt to the new roles of libraries in supporting education and research processes.

European integration offers science libraries important opportunities to modernize their work and strengthen their role in academia. Access to European professional networks, participation in international projects and the development of institutional cooperation facilitate the exchange of professional experience and the adoption of good practices in the field of library economics. By capitalizing on these opportunities, libraries can contribute to the development of information infrastructures and to support education and research activities.

Thus, participation in European initiatives on digitization, open access and development of information infrastructures contributes to increasing the visibility of scientific production and to the integration of academic institutions into the international circuit of scientific communication. The involvement of libraries in these processes favors the development of information services, the expansion of access to academic resources and the strengthening of cooperation between educational and research institutions.

Conclusions. The analysis presented highlights the fact that the European integration process significantly influences the evolution of scientific libraries and their role in the academic environment. The transformations generated by the development of digital infrastructures, the expansion of access to electronic resources and the promotion of the principles of open access determine the adaptation of information services and the modernization of the activity of libraries. Scientific libraries thus strengthen their position as essential information infrastructures in support of education, research and scientific communication processes.

Alignment with European standards and practices contributes to the development of modern information services, strengthening institutional cooperation and increasing the visibility of scientific output. The development of institutional repositories, participation in professional networks and involvement in international projects facilitate the integration of libraries into the European Knowledge Area and the expansion of the academic community's access to information. The development

prospects of scientific libraries are closely linked to the expansion of academic cooperation, the development of digital information infrastructures and the promotion of open access to research results. By seizing the opportunities offered by European integration, libraries can contribute to strengthening the academic environment and developing a culture of knowledge based on open access to information and international cooperation.

Scientific libraries thus become key players in the European Knowledge Area, contributing to the development of an open, collaborative academic environment geared towards the production, dissemination and exploitation of knowledge.

BIBLIOGRAPHY

1. LAW No. 315 of 17-11-2022 for the approval of the National Development Strategy "Moldova Europeană 2030" Published: 21-12-2022 in the Official Gazette No. 409-410 art. 758 https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=134582&lang=ro [accessed: 12-03-2026].
2. European Research Area https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/strategy-research-and-innovation/our-digitalfuture/european-research-area_en [accessed: 12-03-2026].
3. Law no. 160 of 20.07.2017 on libraries (Republic of Moldova), with subsequent amendments and completions. https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=120694&lang=ro [accessed: 12-032026].
4. Budapest Open Access Initiative, 2002). https://www.budapestopenaccessinitiative.org/read/ (accessed: 12-03-2026).
5. https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/strategy-research-and-innovation/openscience/european-open-science-cloud-eosc_en [accessed: 12-03-2026].
6. European Open Science Cloud (EOSC) https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/strategy-research-and-innovation/open-science/european-openscience-cloud-eosc_en (accessed: 12-03-2026).
7. IFLA – Academic and Research Libraries Section https://www.ifla.org/guidelines/guidelines-foracademic-libraries/ [accessed: 12-03-2026].
8. European Commission – Open Science Policy https://research-andinnovation.ec.europa.eu/strategy/strategy-research-and-innovation/open-science_en [accessed: 12-032026].
9. Plan S (cOAlition S) https://www.coalition-s.org/ [accessed: 12-03-2026].
10. Comunicat privind desfășurarea Conferinței de deschidere a proiectului transfrontalier „Online Cross-Border University Library for Equitable Access to High-Quality Educational Services – CBOL". Disponibil: https://lib.upsc.md/2025/07/15/comunicat-conferinta-de-deschidere-a-proiectului-transfrontalieronline-cross-border-university-library-for-equitable-access-to-high-quality-educational-services-cbol/ [accessed: 12-03-2026].
11. Discover Europe's digital cultural heritage. https://www.europeana.eu [accessed: 12-03-2026].
12. Skemman https://skemman.is [accessed: 12-03-2026].

13. Patrimonium – Digitization and access to the collections of the National Library and the Jagiellonian Library. Available at: https://patrimonium.pl [accessed: 12-03-2026].
14. Phaidra – Digital Asset Management System, University of Padua. Available at: https://phaidra.cab.unipd.it [accessed: 12-03-2026].
15. eLibrary@UAIC – Institutional Repository of Alexandru Ioan Cuza University of Iași. Available at: https://elibrary.uaic.ro [accessed: 12-03-2026].
16. Biblioteca Centrală Universitară „Mihai Eminescu" Iași. Available at: https://www.bcu-iasi.ro [accessed: 12-03-2026].
17. New Bulgarian University Repository. Available at: https://nbu-repository.nbu.bg [accessed: 12-032026].
18. Medical University of Sofia Repository. Available at: https://repo.mu-sofia.bg [accessed: 12-03-2026].
19. dCOBISS – Digital Repository System. Available at: https://dcobiss.net [accessed: 12-03-2026].
20. St. Cyril and Methodius National Library of Bulgaria. Available at: https://www.nationallibrary.bg [accessed: 12-03-2026].
21. Sofia University "St. Kliment Ohridski". Available at: https://www.uni-sofia.bg [accessed: 12-032026].
22. Moldavica – Biblioteca Digitală a Bibliotecii Naționale a Republicii Moldova. Available at: http://moldavica.bnrm.md [accessed: 12-03-2026].
23. Primo LibUnivCatalog – Shared Library Catalog of Moldovan Universities. Available at: https://primo.libuniv.md [accessed: 12-03-2026].

TRANSFORMAREA DIGITALĂ A BIBLIOTECII UNIVERSITARE: DE LA COLECȚII TIPĂRITE LA RESURSE ELECTRONICE

DIGITAL TRANSFORMATION OF THE UNIVERSITY LIBRARY: FROM PRINTED COLLECTIONS TO ELECTRONIC RESOURCES

Maria EMANDEI, bibliotecar principal,
Biblioteca Științifică, UPS „Ion Creangă" din Chișinău
Mariana MAȚARIN, bibliotecar,
Biblioteca Științifică, UPS „Ion Creangă" din Chișinău

Maria EMANDEI, Head Librarian,
Scientific Library, "Ion Creanga" SPU of Chisinau
ORCID: 0009-0007-6818-6349
e-mail: emandei.maria@upsc.md
Mariana MAȚARIN, Librarian,
Scientific Library, "Ion Creanga" SPU of Chisinau
ORCID: 0009-0004-2349-7846
e-mail: matarin.mariana@upsc.md

CZU:027.7:004
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p449-455

Abstract. In the context of digital transformations in the educational and research fields, the University Library has adopted innovative solutions to facilitate fast and efficient access to information resources. By integrating modern technologies, the library supports both teaching and research activities, offering digital platforms for access to international and national databases. The implementation of tools such as the Primo Electronic Catalog and the Digital Institutional Repository, the Digital Library, along with the organization of virtual events and exhibitions, the electronic delivery of documents through the "Ask the Librarian" Service, and informing users about information resources, have transformed the library into an open academic environment, which favors collaboration between researchers, students and teachers. These initiatives contribute not only to the efficiency of the educational process, but also to the development of an academic environment adapted to current requirements and needs. The article emphasizes the essential role of the university library in supporting education and research, highlighting the impact of digital technologies on the management and access to information resources.

Keywords: modern technologies, electronic services, information resources, digital platforms, digital transformation.

Bibliotecile universitare se confruntă cu provocări semnificative în adaptarea la schimbările rapide din domeniul educațional și de cercetare, determinate de progresul tehnologic și de evoluțiile globale. Biblioteca Științifică a Universității Pedagogice de Stat „Ion Creangă" joacă un rol central în sprijinirea proceselor educaționale, de cercetare și de formare continuă, contribuind activ la dezvoltarea și actualizarea colecțiilor sale de resurse informaționale. În această eră digitală, biblioteca își extinde constant accesul la diverse tipuri de resurse,

asigurându-se că studenții, cadrele didactice și cercetătorii au acces facil și rapid la informații de actualitate și de calitate.

Diversificarea serviciilor și produselor oferite reprezintă o prioritate pentru bibliotecă, care implementează soluții inovative pentru a răspunde cerințelor utilizatorilor dintr-un mediu academic tot mai dinamic. În acest sens, biblioteca utilizează tehnologii moderne pentru gestionarea și accesarea resurselor, incluzând platforme digitale de tip catalog electronic și repozitorii instituționale, care facilitează accesul la informațiile relevante din diverse domenii. De asemenea, biblioteca promovează cultură informațională, având un rol educativ în dezvoltarea competențelor de informare și utilizare eficientă a resurselor digitale, esențiale pentru succesul academic al utilizatorilor.

Prin integrarea acestora în activitățile de învățământ și cercetare, biblioteca nu doar că susține obiectivele educaționale ale universității, dar contribuie și la dezvoltarea unui mediu academic colaborativ, în care cercetătorii și studenții pot accesa și utiliza informații esențiale pentru progresul științific și educațional. Adaptarea continuă la noile cerințe ale educației și cercetării subliniază importanța bibliotecii ca pilon fundamental al instituției academice.

Rolul bibliotecii universitare în era digitală constă în facilitarea accesului rapid și eficient la resursele informaționale, susținând dezvoltarea continuă a educației și cercetării academice, implementarea și promovarea unor soluții inovative pentru gestionarea și accesarea informațiilor științifice, integrarea tehnologiilor moderne care să sprijine atât activitatea didactică, cât și de cercetare, crearea unui mediu virtual de învățare și cercetare deschis, care să favorizeze colaborarea între cercetători, studenți și cadre didactice, contribuind astfel la dezvoltarea unui mediu academic adaptat nevoilor contemporane [4].

În contextul dezvoltării continue a infrastructurii academice și al adaptării la noile cerințe tehnologice, Biblioteca Științifică a Universității Pedagogice de Stat „Ion Creangă" a implementat mai multe etape esențiale de modernizare.

Transformările au început cu demararea informatizării integrale a bibliotecii în anul 1999 care a dus la eficientizarea și modernizarea activității informaționale, iar în anul 2005 a fost înființată Mediateca, fiind dotată cu 22 de computere, care permiteau consultarea surselor de informare și documentare din colecția uzuală, accesul la baze de date naționale și internaționale, accesul la Internet, accesul la programul specializat de Bibliotecă Q-Series și accesul la colecția electronică a Bibliotecii [7].

Datorită restricțiilor impuse de pandemia globală, bibliotecile nu doar că și-au adaptat activitatea la formatul online, dar au și accelerat procesul de digitalizare a serviciilor și resurselor bibliotecare.

Biblioteca universitară utilizează o serie de platforme și instrumente digitale, asigurând astfel o experiență optimă pentru utilizatori și sprijinind activitățile academice și de cercetare.

Serviciile electronice ale Bibliotecii Științifice UPSC sunt:

– Acces online la Catalogul electronic Primo;

– Acces online la Repozitoriul Instituțional;
– Acces la Biblioteca Digitală;
– Acces la baze de date;
– Informarea utilizatorilor despre resursele informaționale;
– Livrarea electronică a documentelor;
– Organizarea expozițiilor virtuale;
– Organizarea evenimentelor virtuale.

Site-ul web oferă acces la informație și resurse în format digital, ceea ce înseamnă că utilizatorii pot accesa și utiliza aceste oportunități de la distanță, utilizând dispozitive electronice. Promovarea imaginii și serviciilor bibliotecii prin intermediul postărilor pe website-ul bibliotecii duce la informarea utilizatorilor cu referire la colecțiile disponibile, evenimentele curente, serviciile oferite, etc.

În Figura 1, observăm o analiză detaliată a activității online a Bibliotecii Științifice a Universității Pedagogice de Stat „Ion Creangă" pentru anii 2021-2025 pe site-ul web al bibliotecii. Aceasta ilustrează numărul total de postări, numărul de vizitatori unici și numărul de vizite totale, oferind o perspectivă clară asupra modului în care utilizatorii au interacționat cu platforma digitală a bibliotecii pe parcursul acestor ani.

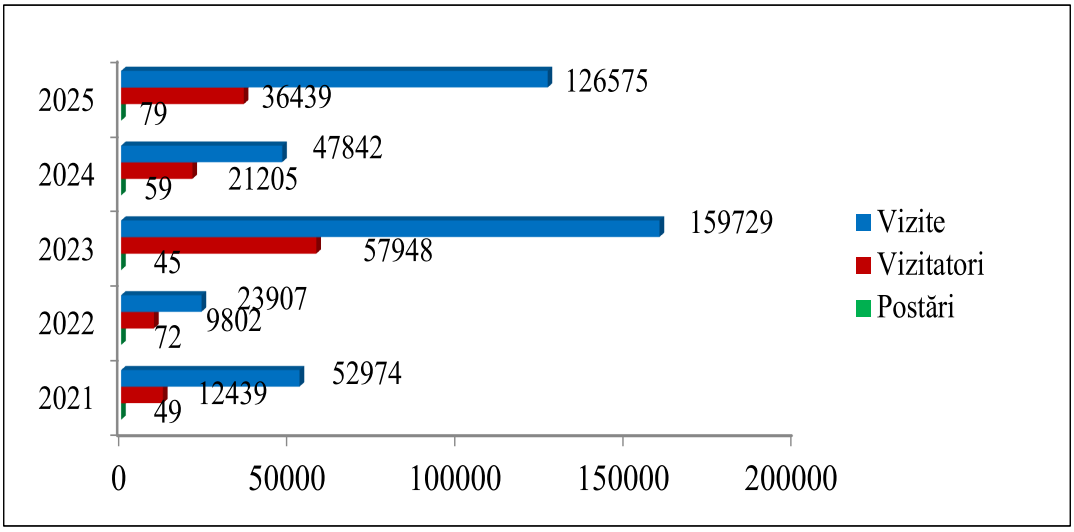


Figura 1. Statistici ale site-ului web

Catalogul Electronic Primo servește la gestionarea și organizarea eficientă a colecțiilor, prin intermediul căruia resursele digitale sunt indexate, catalogate și căutate într-un mod eficient și ușor, utilizând metadate și instrumente de căutare, ceea ce oferă acces rapid la resurse relevante utilizatorilor.

Catalogul electronic al UPS „Ion Creangă" conține circa 99 210 de înregistrări, ce pune la dispoziția utilizatorilor o colecție de diverse documente: cărți, articole, descrieri analitice din culegeri, articole din seriale. (tabel 1) [1]

Tabel 1. Statistici ale Catalogului Electronic Primo

Tipul publicației	Număr de titluri
Cărți	41 313
Articole, descrieri analitice din culegeri	57 217
Articole din seriale	680

Repozitoriul Instituțional Digital DIR-SPU pe parcursul anilor 2016-2025 oferă o perspectivă asupra creșterii și dezvoltării colecției de resurse academice disponibile în repozitoriu. Aceasta reflectă eforturile continue de a aduna, digitaliza și stoca toate tipurile de publicații academice și științifice din cadrul universității. Repozitoriul Instituțional continuă să se dezvolte, oferind acces rapid și eficient la o gamă largă de resurse academice. (figura 2) [6]

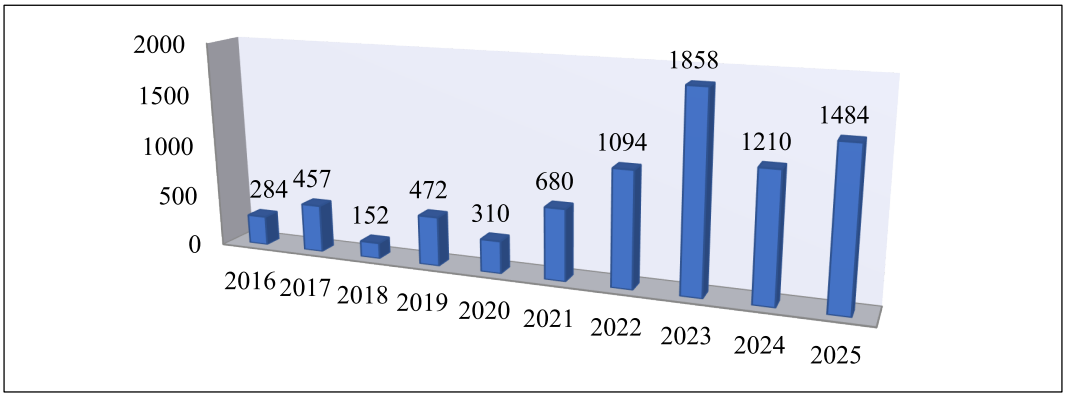


Figura 2. Statistici ale Repozitoriului Instituțional

Serviciul „Întreabă bibliotecarul” reprezintă o inițiativă în contextul pandemiei COVID-19, având scopul de a menține și chiar de a îmbunătăți comunicarea bibliotecar-utilizator într-un mediu în care interacțiunile fizice sunt limitate sau imposibile. Acest serviciu este important pentru a răspunde nevoilor informaționale și de cercetare ale utilizatorilor. Tabelul 2 reflectă numărul de cazuri în care utilizatorii au apelat la sprijinul bibliotecarilor pentru a obține informații sau asistență în găsirea resurselor dorite.

Tabel 2. Statistici ale Serviciului „Întreabă bibliotecarul”

2021	47
2022	54
2023	46
2024	38
2025	27

Platforma Google Meet este un instrument eficient în desfășurarea webinariilor și evenimentelor online, facilitând comunicarea și colaborarea internă între membrii instituției, care permite partajarea rapidă de informații, organizarea ședințelor virtuale etc. Astfel, activitățile online au devenit o parte integrantă a modului în care biblioteca universitară comunică cu utilizatorii, fiind un instrument de comunicare ușor și accesibil.

Expozițiile virtuale reprezintă o metodă eficientă și inovatoare de a informa publicul despre diverse aspecte relevante pentru comunitatea academică, incluzând prezentarea achizițiilor noi, aniversările cadrelor didactice și evenimentele speciale. De asemenea, expozițiile virtuale sunt folosite pentru a marca aniversările cadrelor didactice și alte evenimente speciale din viața academică a universității, contribuind la recunoașterea și aprecierea realizărilor acestora. Expozițiile virtuale nu numai că extind accesul la informație și cultură, dar și promovează interacțiunea și angajamentul utilizatorilor într-un mediu digital accesibil și atrăgător. [1]

Biblioteca digitală https://dl.upsc.md/ este o componentă a Bibliotecii Științifice a Universității Pedagogice de Stat „Ion Creangă" din Chișinău, care este destinată Facultății Arte Vizuale și Design și a fost instituită în octombrie 2025 pentru susținerea procesului de modernizare și digitalizare a resurselor educaționale.

Biblioteca digitală a fost implementată utilizând software-ul Captoria – Sistem de Management al Documentelor, permițând accesul la colecția digitală de publicații în format electronic.

Resursele digitale cuprind publicații care acoperă domenii precum artele vizuale, designul, teoria artei, grafica, designul grafic etc., accesibilă studenților, cadrelor didactice, cercetătorilor, precum și publicului interesat de resursele academice ale UPSC, în funcție de condițiile de acces.

Biblioteca Digitală atinge numărul de 1000 de înregistrări, reprezentând resurse digitale destinate studiului și cercetării în domeniul artelor. (***figura 3***) [5]

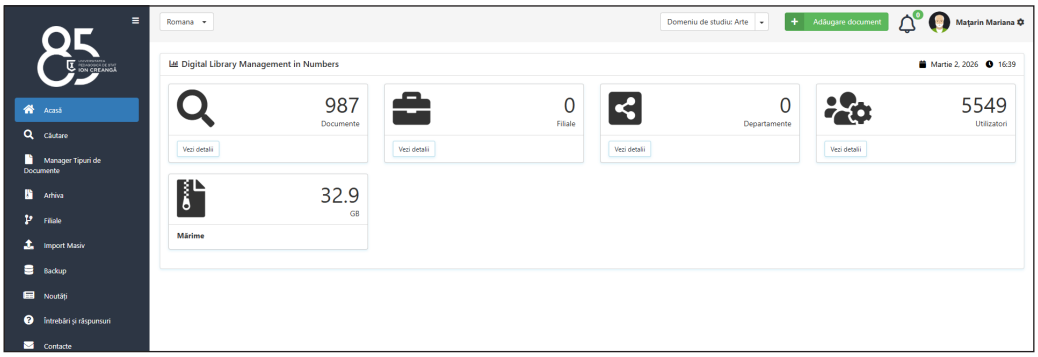


Figura 3. Biblioteca Digitală

Bibliotecile moderne utilizează rețelele sociale pentru a comunica cu utilizatorii, a promova evenimente și a partaja resurse interesante.

Utilizând platforma Facebook bibliotecarii informează despre cărți noi apărute în bibliotecă, desfășoară sondaje online, împărtășesc noutăți, fac schimb de experi-

ențe și cunoștințe, stabilesc contacte cu cititorii. Datele din diagramă demonstrează cum prezența activă pe rețelele sociale pot amplifica vizibilitatea și interacțiunea unei instituții cu publicul său. (figura 4) [3]

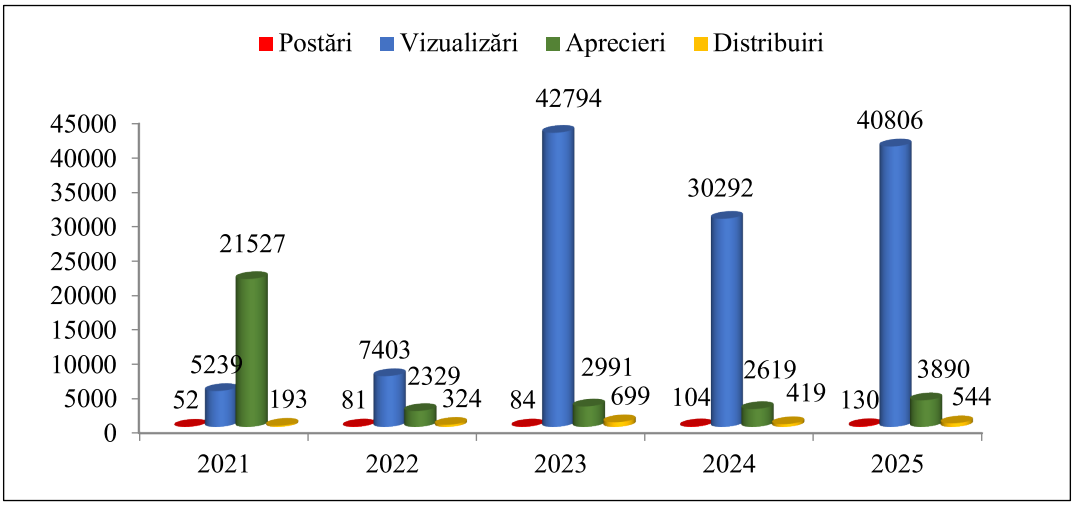


Figura 4. Statistici ale paginii Facebook

Canalul YouTube servește ca o platformă pentru găzduirea și distribuirea expozițiilor virtuale, a materialelor audio-video educaționale și culturale. Acest canal oferă acces la diverse resurse și evenimente culturale.

Datele statistice prezentate în *figura 5* reflectă evoluția încărcării video-urilor pe canal și numărul de vizionări din perioada 2021-2025. Se observă o creștere semnificativă a activității pe canal, evidențiind interesul crescut al utilizatorilor pentru conținutul educațional și cultural oferit. Această tendință pozitivă subliniază importanța utilizării platformelor digitale pentru promovarea și diseminarea informațiilor în cadrul bibliotecii. [2]

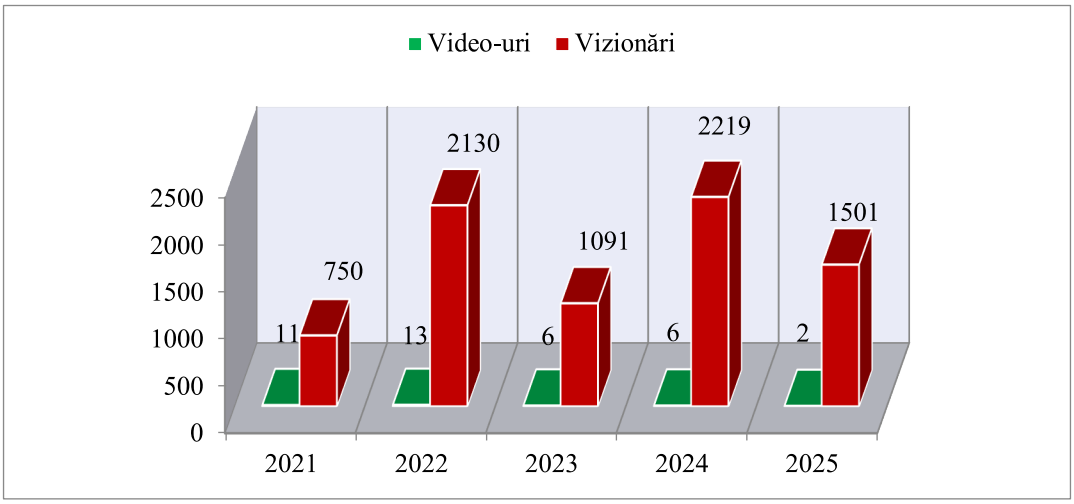


Figura 5. Statistici ale canalului YouTube

Digitalizarea are un impact semnificativ asupra bibliotecii, prin extinderea accesibilității resurselor, automatizarea proceselor interne, facilitarea arhivării și utilizării conținuturilor digitale, precum și îmbunătățirea interacțiunii cu utilizatorii. Aceasta contribuie, de asemenea, la transformarea rolului bibliotecii, adaptând-o la nevoile actuale ale comunității academice și cercetătorilor.

În concluzie, Biblioteca Științifică a Universității Pedagogice de Stat „Ion Creangă" joacă un rol esențial în transformarea mediului academic, adaptându-se constant la evoluțiile tehnologice și cerințele educaționale moderne. Investițiile continue în programe de educație digitală sunt esențiale pentru dezvoltarea competențelor digitale ale studenților, profesorilor și cercetătorilor, asigurându-se astfel că aceștia beneficiază de resurse actualizate și relevante pentru activitățile lor academice și științifice. Biblioteca universitară garantează accesul universal la resursele digitale, contribuind la democratizarea cunoștințelor și facilitând accesul egal la materiale educaționale și de cercetare pentru întreaga comunitate academică.

BIBLIOGRAFIE

1. BIBLIOTECA ȘTIINȚIFICĂ A UNIVERSITĂȚII PEDAGOGICE DE STAT „ION CREANGĂ". [Site web]. Disponibil: https://lib.upsc.md/ [accesat 2026-03-02].
2. BIBLIOTECA ȘTIINȚIFICĂ A UNIVERSITĂȚII PEDAGOGICE DE STAT „ION CREANGĂ". [Canal de Youtube]. Online. Disponibil: https://www.youtube.com/@Biblioteca50 [accesat 2026-03-19].
3. BIBLIOTECA UNIVERSITARĂ. [Pagină Facebook]. Online. Disponibil: https://www.facebook.com/biblioteca.upsc [accesat 2026-03-02].
4. BORȘ, V. Crearea, dezvoltarea și valorificarea conținutului digital în instituțiile info-documentare din Republica Moldova. *Magazin bibliologic*. 2020, nr. 3-4, pp. 104-112. ISSN 1857-1476. Disponibil: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/104-112_11.pdf [accesat 2026-02-27].
5. DIGITAL LIBRARY. Online. Disponibil: https://dl.upsc.md/ [accesat 2026-03-12].
6. *Regulamentul cu privire la organizarea și funcționarea Repozitoriului Instituțional Digital al Universității Pedagogice de Stat „Ion Creangă" din mun. Chișinău*. Online. Disponibil: https://lib.upsc.md/wp-content/uploads/2019/04/Regulament-de-organiz.funct_.-a-repozitoriului-institut.digital.pdf [accesat 2026-03-03].
7. *Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă" din Chișinău: 80 de ani (1940 – 2020)*. Chișinău: Tipografia UPS „Ion Creangă", 2020. Disponibil: https://drive.google.com/file/d/1Mqkke2O030YKqiOz74vvZ31RIGcUfdgA/view [accesat 2026-02-26].

CONTRIBUȚIA BIBLIOTECII UNIVERSITARE LA DEZVOLTAREA COMPETENȚELOR DE LECTURĂ INTELIGENTĂ

THE CONTRIBUTION OF THE UNIVERSITY LIBRARY TO THE DEVELOPMENT OF INTELLIGENT READING SKILLS

Elizaveta CHIRIAC, bibliotecar principal,
Biblioteca Științifică, UPS „Ion Creangă" din Chișinău
Svetlana CIORBĂ, bibliotecar,
Biblioteca Științifică, UPS „Ion Creangă" din Chișinău

Elizaveta CHIRIAC, Head Librarian,
Scientific Library, "Ion Creanga" SPU of Chisinau
ORCID: 0009-0008-6483-035
e-mail: elizavetachiriac3@gmail.com
Svetlana CIORBA, Librarian,
Scientific Library, "Ion Creanga" SPU of Chisinau
e-mail: ciorba.svetlana@upsc.md

CZU: 027.7:028
DOI: 10.46727/c.v4.19-20-03-2026.p456-464

Abstract. The university library has an essential role in promoting and supporting the development of intelligent reading skills of its users. In this study, the emphasis is placed on the role of the library in the formation of critical thinking and in the development of the capacity to identify, select and evaluate information. The importance of access to various information resources, including academic databases, digital collections and other modern documentation tools, which support the study and research process, is highlighted.The information training activities and educational programs carried out by the library, aimed at developing the intelligent reading skills of its users, are also analyzed. The results emphasize the fact that the university library contributes significantly to the formation of autonomy in learning and to the development of an independent, reflective and efficient study style., The university library asserts itself as an essential factor in promoting intelligent reading and in supporting academic performance.

Keywords: university library; intelligent reading; critical thinking; autonomous learning.

Dinamica culturii contemporane și cerințele educației pe tot parcursul vieții au un impact semnificativ asupra societății, influențând toate aspectele vieții cotidiene. În aceste condiții „cartea continuă să întruchipeze idea de păstrare și transmitere a spiritualității omenești, de tezaur al valorilor cultural ale umanității; ea rămâne un simbol al memoriei vii a omenirii, înregistrând și conservând fapte și idei, simțăminte și atitudini, expresii ale inteligenței și sensibilității geniului uman"[1, 174]. Lectura reprezintă o activitate intelectuală esențială care permite accesul la cunoaștere, dezvoltarea abilităților cognitive și formarea unei concepții proprii asupra lumii. „În calitatea uneia dintre căile tradiționale cele mai eficiente de acces la valorile cultu-

rii spirituale, lectura cărții își rezervă, pe mai departe, o importanță excepțională în viața omului modern oferindu-i, pe tot parcursul existenței sale, o metodă esențială de cultivare continuă și de perfecționare profesională, de autodesăvârșire a propriei formații culturale și de specialitate" [1, 175]. În educația universitară „lectura paginii tipărite a devenit o parte esențială a învățării, o activitate de studiu foarte personală și formativă" [1, 175] iar competența de lectură activă ca modalitate fundamentală de muncă intelectuală poate fi dezvoltată gradual, prin exersare continuă. Lectura inteligentă a textului urmărește câteva imperative principale: „(1) înțelegerea/comprehensiunea temeinică a textului prin interpretarea activă a conținutului și conferirea/construirea de semnificații; (2)utilizarea ulterioară a cunoștințelor dobândite prin lectura textului, adecvat scopurilor precise de cunoaștere/învățare, profesionale, personale, precum și punerea lor în relație cu experiențele și cunoștințele anterioare; (3) plasarea evaluativă a textului actual în raport cu cele citite altădată precondiție a unei lecturi temeinice, de profunzime este considerată înțelegerea/comprehensiunea textului" [3, 155]. Scopul acestui studiu este:

- determinarea bazelor conceptuale privitor la dezvoltarea lecturii inteligente;
- evidențierea rolului bibliotecii universitare în dezvoltarea lecturii inteligente în rândul studenților;
- identificarea serviciilor moderne și ale activităților de promovare a lecturii inteligente.

În vederea atingerii scopului stabilit, studiul urmărește realizarea următoarelor obiective.

- definirea conceptului de lectură inteligentă;
- determinarea importanței lecturii inteligente în procesul de formare academică;
- identificarea rolului bibliotecii universitare în susținerea lecturii inteligente;
- evidențierea serviciilor moderne și a activităților educaționale prin care biblioteca universitară sprijină promovarea lecturii inteligente în mediul academic.
- examinarea percepțiilor studenților privind contribuția bibliotecii universitare la dezvoltarea lecturii inteligente.

Studiul va aborda atât dimensiunea teoretică, cât și practica concretă a bibliotecii universitare, având drept obiectiv formularea unor recomandări pentru eficientizarea activităților bibliotecii în sprijinul lecturii inteligente.

Literatura științifică și studiile de cercetare privind lectura inteligentă constată că, acest concept este adesea discutat în contextul eficientizării învățării, al dezvoltării abilităților cognitive, al lecturii active și al dezvoltării gândirii critice. Lectura inteligentă prin esența sa este o activitate de selectare și evaluare a informațiilor. Ea include o reflecție continuă asupra textului, analiză critică a informațiilor pentru o înțelegere aprofundată a subiectului.

Literatura de specialitate constată „semnificația lecturilor în mediul academic:

- *metodă esențială de învățare*, cu rol de a-i introduce pe cei care învaţă în tehnica utilizării textului scris (manuale, opere literare sau ştiinţifice, dicţionare, enciclopedii, culegeri de texte et.);
- *metodă economică şi eficientă de îmbogăţire a cunoştinţelor*, care încurajează reflecţia personală a studenţilor, asigură individualizarea învăţământului şi premisele pentru autoinstruire şi educaţie permanentă;
- o parte esenţială a învăţării, o activitate de studiu foarte personală şi formativă;
- *tehnică fundamentală de muncă intelectuală*, care îndeplineşte funcţii multiple: (1) de culturalizare, (2) de învăţare propriu-zisă, (3) de informare şi documentare" [3, 158].

Lectura inteligentă, spre deosebire de lectura activă, este un proces cu un grad mai înalt de complexitate, profunzime, care presupune nu doar înțelegerea textului, dar și capacitatea de a evalua, analiza și integra informațiile într-un mod critic și reflexiv. Ea implică un nivel avansat de procesare a informației, bazat pe gândire critică, și evaluare a surselor de informații.

Lectura inteligentă presupune atât gândirea critică, cât și cea creativă „deoarece ele sunt fațete inseparabile ale unei excelențe în gândire" [6, 20] La rândul lor, „atât gândirea creativă cât și gândirea critică se situează pe palierele superioare ale cogniției" [6, 20]. Lectura inteligentă presupune o dimensiune reflexivă, precum și analiza și integrarea informațiilor într-un mod critic și evaluativ. Prin esența sa, „gândirea reflexivă, numită adesea și metacogniție, îi confer individului o suplețe intelectuală, îi dă puterea de a alege între mai multe posibilități și de a-și influența acțiunile" [6, 21]. Procesului de reflexie îi revine un rol esențial în procesul de lectură inteligentă, contribuind semnificativ la aprofundarea înțelegerii textului și aplicării cunoștințelor dobândite.

Prin lectura inteligentă, cititorul se angajează într-un proces activ de gândire critică, evaluare și integrare a informațiilor. În acest context, gândirea reflexivă adaugă o dimensiune personală și profundă lecturii, favorizând dezvoltarea abilităților cognitive și consolidarea unui comportament intelectual autonom și responsabil. Deci, reflecția, în contextul lecturii inteligente, se referă la procesul de auto-examinare a înțelegerii textului, însoțit de evaluarea propriilor reacții, gânduri și presupuneri cu privire la informațiile citite. Aceasta presupune o atitudine activă față de text, în care cititorul nu doar înțelege sau interpretează conținutul, ci și analizează modul în care acesta influențează propriile sale perspective și cunoștințe. În cadrul lecturii inteligente, reflecția constituie un mijloc esențial de integrare a cunoștințelor, facilitând procesul prin care cititorul reușește să coreleze noile informații cu fundamentele deja existente în sistemul său de cunoaștere. Acest proces permite nu doar realizarea de analogii, dar și aplicarea cunoștințelor în contexte noi, ceea ce contribuie la construirea unui sistem cognitiv mai coerent și mai funcțional. favorizând o învățare mai profundă și mai durabilă. Mai mult, integrarea activă a cunoștințelor sprijină transferul

acestora din teorie în practică, optimizând astfel capacitatea individului de a utiliza informațiile într-un mod relevant și aplicabil.

Lectura inteligentă implică:

– gândirea critică și evaluarea surselor de informare;
– lectura textului și integrarea informațiilor noi;
– reflecția asupra conținutului și autoevaluarea procesului de învățare;
– notarea și sintetizarea informațiilor esențiale;
– dezvoltarea autonomiei intelectuale și a învățării pe termen lung.

Importanța lecturii inteligente în formarea academică constă în:

– dezvoltarea gândirii critice și a capacității de analiză a informațiilor;
– înțelegerea aprofundată a textelor științifice și academice;
– formarea competențelor de selectare și evaluare a surselor informaționale;
– îmbunătățirea capacității de sinteză și argumentare;
– susținerea învățării autonome și a dezvoltării intelectuale continue.

Lectura inteligentă, prin definiție, implică gândirea științifică. Literatura de specialitate constată că „gândirea științifică, procesul instruirii și educației științifice reprezintă, de fapt, elementele fundamentale ale cogniției, indică nivelul superior al cunoașterii, care este metacogniția" [7, 22]. Pentru mediul universitar lectura inteligentă rămâne calea esențială de dobândire a cunoștințelor și de aprofundare a lor, metodă fundamentală de dezvoltare personal a celor ce învață, strategie definitorie pentru succesul academic. Lectura inteligentă susține studiul individual care „este modalitatea de învățare și autoînvățare prin consultarea literaturii de specialitate" [4, 16], „o formă de organizare a învățării academice independente" [2, 154]. Problema învățării independente este deosebit de importantă în învățământul superior. În contextul celor expuse și apreciind rolul lecturii inteligente în desfășurarea studiului individual al studentului, menționăm că aceasta este "o activitate intelectuală și cultural dificilă, dar deosebit de rodnică în autoformarea studenților, ca oameni active ai timpului nostru" [8, 207].

Biblioteca universitară are un rol esențial în promovarea și susținerea dezvoltării competențelor de lectură inteligentă în rândul utilizatorilor. Aceasta oferă resurse și servicii indispensabile în formarea acestor competențe, sprijinind studenții în dezvoltarea gândirii științifice, critice, creative, în căutarea și evaluarea eficientă a informațiilor. Prin aceste activități, biblioteca contribuie semnificativ la formarea unui mod de învățare autonom și profund. Formarea deprinderilor și abilităților relevante pentru studiul autonom, critic și creator al unui text devine „o cerință și un standard de realizare a calității învățământului modern actual, de formare a competenței lectorale" [5, 11]. Așadar, biblioteca acordă sprijin utilizatorilor:

– oferă acces la resurse informaționale;
– dezvoltă competențe de identificare, evaluare și utilizare a surselor;

– facilitează formarea autonomiei în învățare și a gândirii critice;
– facilitează formarea autonomiei în învățare și gândirii critice;
– organizează activități și ateliere de instruire informațională;
– promovează bazele de date și resursele academice digitale;
– creează un mediu favorabil cercetării și studiului aprofundat.

În același timp, biblioteca universitară asigură:

– facilitarea accesului la resurse informaționale diverse și de calitate;
– organizarea activităților de promovare a lecturii și a culturii informaționale;
– formarea competențelor de identificare, evaluare și utilizare a surselor academice;
– sprijinirea procesului de învățare autonomă și a cercetării academice;
– crearea unui mediu favorabil studiului și dezvoltării intelectuale.

Promovarea lecturii inteligente în mediul universitar este esențială pentru dezvoltarea competențelor academice ale studenților, a gândirii critice și abilității de a selecta, evalua și integra informația. Ea se realizează prin:

– organizarea atelierelor și sesiunilor de instruire privind utilizarea eficientă a resurselor informaționale.
– promovarea bazelor de date și a resurselor academice digitale pentru acces rapid la informații de calitate.
– consilierea individuală în identificarea, evaluarea și utilizarea surselor informaționale.
– realizarea programelor de educație informațională pentru dezvoltarea competențelor de lectură inteligentă.

În scopul identificării obiceiurilor de lectură ale utilizatorilor și evaluării disponibilității acestora de a promova lectura inteligentă, Biblioteca Universității Pedagogice de Stat „Ion Creangă" a realizat un studiul la tema „Promovarea lecturii inteligente". În rezultatul realizării acestui sondaj, a analizării lui s-a constat că serviciile bibliotecii sunt utile și contribuie la dezvoltarea abilităților lor de lectură critică și reflexivă. La studiu au participat 60 de respondenți.

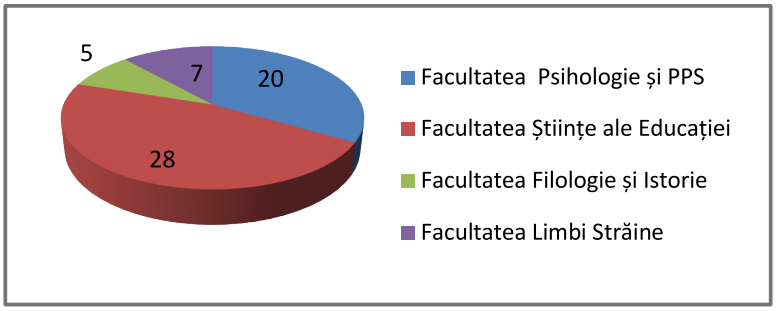


Figura 1. Distribuția respondenților pe facultăți

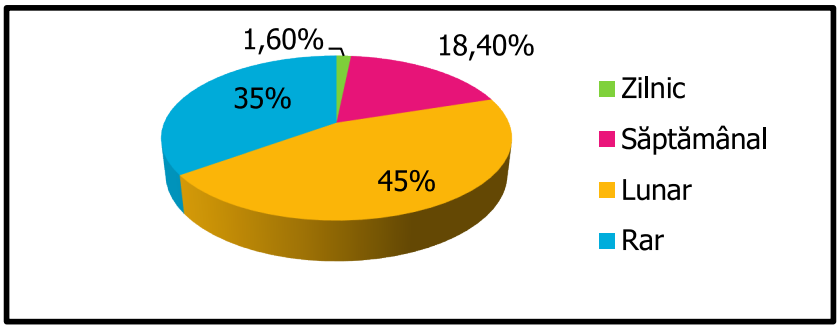


Figura 2. Repartizarea procentuală a participanților la sondaj conform frecvenței

Analiza rezultatelor arată că majoritatea respondenților frecventează biblioteca lunar (45%) sau rar (35%). Doar 18,3% dintre participanți vizitează biblioteca săptămânal, iar 1,6% o frecventează zilnic. Aceste rezultate sugerează că biblioteca universitară are un rol esențial în dezvoltarea abilităților de lectură prin serviciile și resursele informaționale oferite.

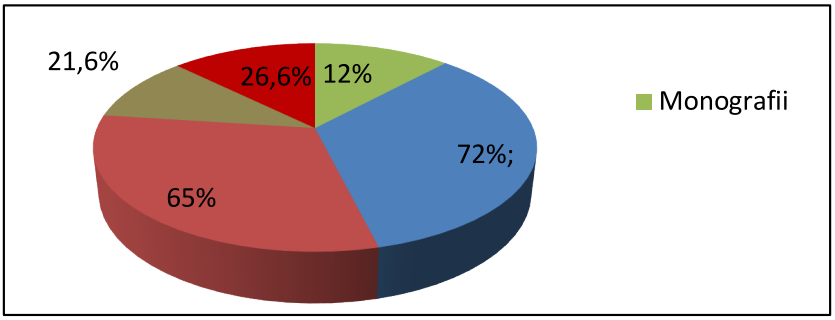


Figura 3. Distribuția procentuală a utilizării resurselor bibliotecii de către respondenți

În ceea ce privește resursele bibliotecii, cele mai frecvent utilizate de către studenți sunt **publicațiile didactice (72%)** și **articolele din reviste științifice (65%)**. De asemenea, studenții accesează și alte tipuri de resurse, precum **monografii (25%)**, **publicații electronice (21,6%)** și **publicațiile online (26,6%)**. Rezultatele indică faptul că studenții utilizează preponderent resursele care facilitează învățarea și cercetarea academică.

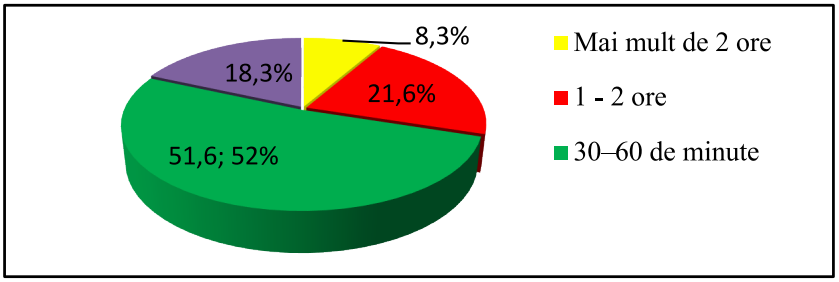


Figura 4. Distribuția timpului dedicat lecturii științifice

Majoritatea respondenților (51,6%) dedică între 30 și 60 de minute pe zi lecturii informațiilor științifice. În plus, 21,6% citesc între 1 și 2 ore, iar 8,3% alocă mai mult de 2 ore zilnic pentru lectură. De asemenea, 18,3% dintre participanți citesc mai puțin de 30 de minute pe zi. Datele sugerează că lectura face parte din activitățile zilnice ale studenților, evidențiind importanța acestei practici în formarea competențelor de lectură inteligentă și gândire critică.

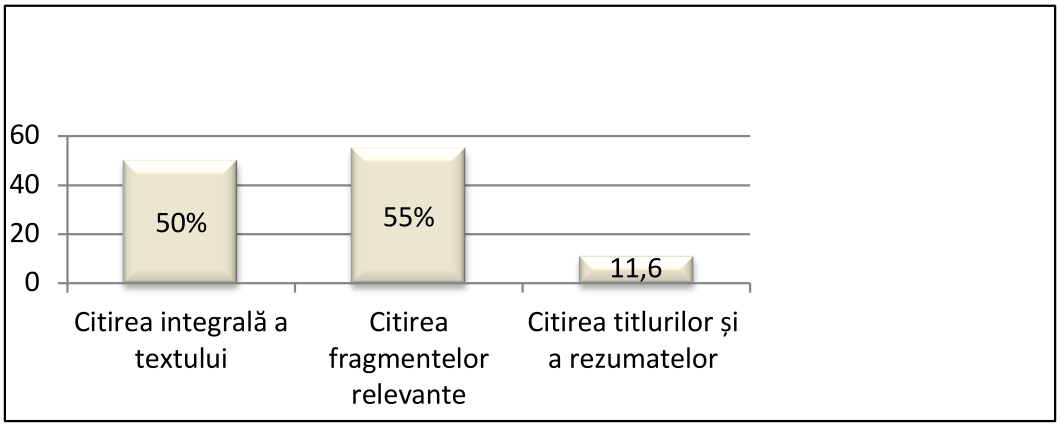


Figura 5. Clasificarea modalităților de abordare a lecturii

În ceea ce privește modul de abordare a textelor academice, 55% dintre respondenți aleg să citească doar fragmentele relevante, în timp ce 50% parcurg întreg materialul. Doar 11,6% se limitează la citirea titlurilor și rezumatelor pentru a extrage informațiile esențiale. Aceste rezultate evidențiază faptul că studenții adoptă frecvent strategii selective de lectură, specifice conceptului de lectură inteligentă. adaptându-și modul de citire în funcție de scopul studiului și relevanța informațiilor.

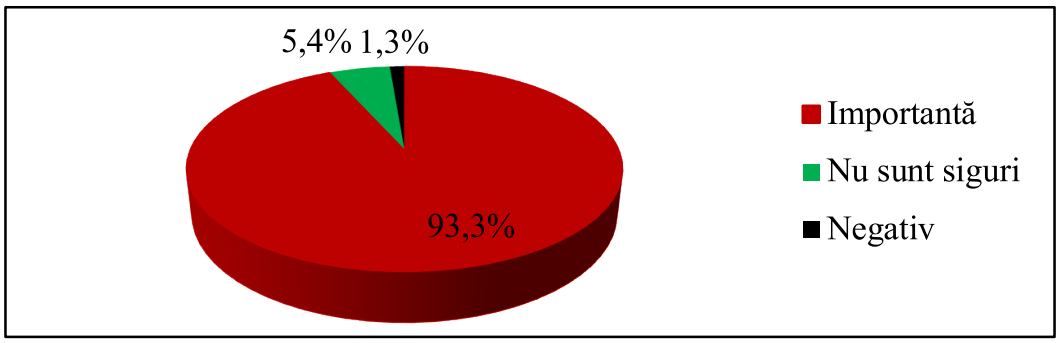


Figura 6. Importanța lecturii inteligente în opinia respondenților

Rezultatele chestionarului evidențiază o percepție pozitivă asupra conceptului de lectură inteligentă. 93,3% dintre respondenți consideră că aceasta este importantă pentru succesul academic, în timp ce doar 1,6% au răspuns negativ, iar 5% nu sunt siguri. Acest fapt demonstrează un nivel ridicat de conștientizare a rolului lecturii inteligente în procesul de învățare.

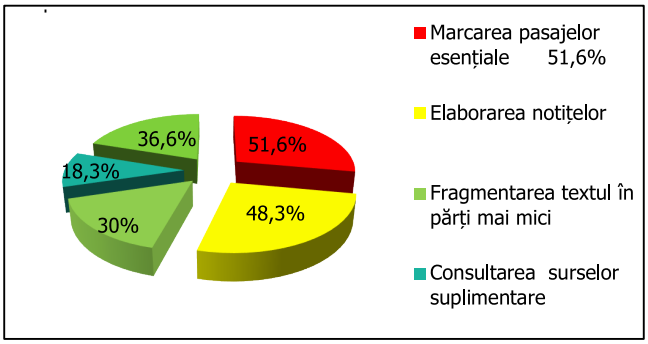


Figura 7. Strategii utilizate pentru înțelegerea textelor academic

Rezultatele sondajului indică faptul că printre strategiile frecvent utilizate se numără marcarea pasajelor esențiale (51,6%) și elaborarea notițelor (48,3%). De asemenea, 36,6% dintre respondenți discută cu colegii pentru a consolida înțelegerea conceptelor, iar 30% fragmentează textul în părți mai mici pentru a facilita procesarea informațiilor. 18,3% consultă surse suplimentare pentru aprofundarea cunoștințelor. Aceste rezultate confirmă faptul că studenții utilizează diverse metode active de învățare și analiză a informației.

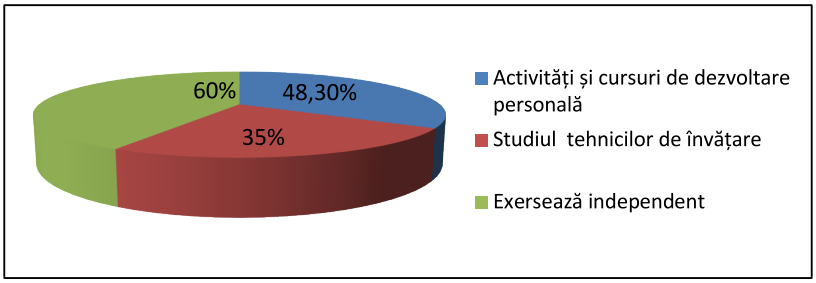


Figura 8. Modalități de dezvoltare a competențelor de lectură inteligentă

În ceea ce privește dezvoltarea competențelor de lectură inteligentă, 60% dintre respondenți afirmă că exersează independent, 48,3% participă la activități și cursuri de dezvoltare personală, iar 35% studiază publicații despre tehnici și strategii de învățare. Aceste date evidențiază rolul important al autoformării în dezvoltarea abilităților de lectură.

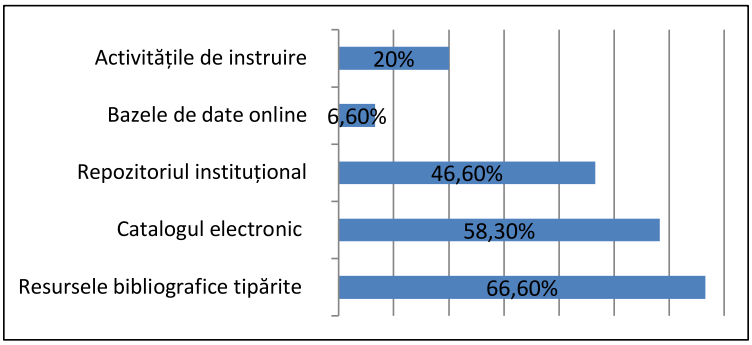


Figura 9. Resursele bibliotecii care sprijină lectura inteligentă

Rezultatele indică: toate resursele sprijină dezvoltarea lecturii inteligente, cele mai apreciate fiind resursele tipărite și catalogul electronic, urmate de repozitoriul instituțional, activitățile de instruire și bazele de date online.

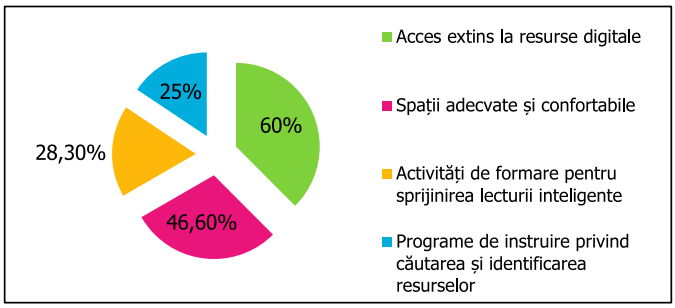


Figura 10. Modificări recomandate de utilizatori

Conform răspunsurilor respondenților, aspectele de modernizare a bibliotecii vizează extinderea accesului la resurse digitale și crearea unor spații adecvate și confortabile pentru studiu. De asemenea, sunt apreciate și recomandate activitățile de formare pentru dezvoltarea lecturii inteligente și programele de instruire privind căutarea și identificarea resurselor, ceea ce sugerează că studenții consideră esențială atât optimizarea mediului de studiu, cât și pe dezvoltarea competențelor de lectură și cercetare.

În concluzie, menționăm că lectura inteligentă este indispensabilă în dezvoltarea competențelor academice și în stimularea autonomiei studentului în procesul de învățare. Biblioteca universitară are un rol esențial în dezvoltarea abilităților de lectură prin oferirea resurselor informaționale și organizarea activităților de instruire. Biblioteca universitară constituie un pilon fundamental în dezvoltarea competențelor de lectură inteligentă și de învățare pe tot parcursul vieții.

BIBLIOGRAFIE

1. CERGHIT, I. *Metode de învățământ*. Iași:Polirom, 2006. ISBN 973-46-0175-X.
2. EȚCO, C. *Învățarea eficientă*. Ghid metodologic pentru studenții anului I. Chișinău: Bons Offices, 2010. ISBN 978-9975-80-330-4.
3. FOCȘA-SEMIONOV, S. *Învățarea autoreglată. Teorie și aplicații educaționale*. Chișinău: Epigraf, 2010. ISBN 978-9975-109-21-5.
4. MUREȘAN, P. *Învățarea eficientă și rapidă*. București: CERES, 1990. ISBN 973-40-0023-3.
5. NEACȘU, I. *Lectura și formarea competenței lectorale. Teorie, cercetare, aplicații*. București: Editura universitară, 2021. ISBN 978-606-28-1269-0.
6. NICU, A. *Strategii de formare a gândirii critice*. Bucuresti: Editura Didactica si Pedagogica, 2007. ISBN (13) 978-973-30-1658-8.
7. SANDULEAC, S. *Teoria și metodologia dezvoltării și eficientizării gândirii științifice la pedagogi (formarea inițială și continuă)*. Chișinău: Lexon-Prim, 2025. ISBN 978-9975-172-86-8.
8. VINȚANU, N. *Educația universitară*. București: Aramis Print, 2001. ISBN 973-8066-82-4.


UNIVERSITATEA
Dimitrie Cantemir


UNIVERSITATEA
AUREL VLAICU
din ARAD


UNIVERSITATEA
„ALEXANDRU IOAN CUZA"
din IAȘI


UNIVERSITAS
GALATIENSIS


POLITEHNICA
BUCUREȘTI
1818


1992


LIBERTAS PER SAPIENTIAM


USV
Universitatea
„Ștefan cel Mare"
din Suceava




160
DE ANI
UNIVERSITATEA DIN
BUCUREȘTI
330 DE ANI DE TRADIȚIE ACADEMICĂ


UNESCO
uniTwin
unesco
Network Member


Institutul Limbii Române
ca Limbă Europeană
LR-LE


CZU
Czech University
of Life Sciences Prague


UBc
Universitatea „Vasile
Alecsandri" din Bacău


ILR
Institutul
Limbii Române

EDITURA UPSC