MINISTERUL
EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII

UNIVERSITATEA DE STAT DIN TIRASPOL
UST

ANCD

Ministerul Educaţiei și Cercetării al Republicii Moldova
Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare
Universitatea de Stat din Tiraspol

Materialele
Conferinței științifice internaționale
„ABORDĂRI INTER/TRANSDISCIPLINARE ÎN PREDAREA ȘTIINȚELOR REALE, (CONCEPT STEAM)”
dedicată aniversării a 70 de ani de la nașterea profesorului universitar Anatol GREMALSCHI

Volumul I

Republica Moldova, Chişinău,
29 - 30 octombrie 2021

Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova
Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare
Universitatea de Stat din Tiraspol

Materialele Conferinței științifice internaționale „ABORDĂRI INTER/TRANSDISCIPLINARE ÎN PREDAREA ȘTIINȚELOR REALE, (CONCEPT STEAM)”

dedicată aniversării a 70 de ani de la nașterea
profesorului universitar Anatol GREMALSCHI,
29-30 octombrie 2021

VOLUMUL I

Abordări inter/transdisciplinare
în studierea matematicii (concept STEAM)
&
Studierea informaticii și tehnologiilor informaționale
din perspectiva STEAM

CHIȘINĂU, 2021

CZU: 37.016:[51+004](082)=135.1=111=161.1
A 12

Comitetul științific:
Liubomir CHIRIAC, președinte, profesor universitar, dr. habilitat, UST
Eduard COROPCEANU, profesor universitar, doctor, rector UST
Anton FICAI, profesor universitar, doctor, Universitatea Politehnică din București, România
Radu CONSTANTINESCU, profesor universitar, doctor, Universitatea din Craiova, România
Norbert PIKULA, profesor universitar, dr. habilitat, Universitatea Pedagogică din Cracovia, Polonia
Cristian VOICA, profesor universitar, doctor, Universitatea din București, România
Naela COSTICA, profesor universitar, doctor, Universitatea „A.I. CUZA" din Iași, România
Andrey DAVIDENCO – profesor universitar, dr. habilitat, Universitatea din Cernigov, Ukraina
Vasile EFROS, profesor universitar, doctor, Universitatea „Ștefan cel Mare" din Suceava, România
Victor GUZUN, profesor, Universitatea Tehnologică Tallinn, Estonia
Ilie LUPU, profesor universitar, dr. habilitat, UST
Anatol GREMALSCHI, profesor universitar, dr. habilitat, UST
Inga ȚIȚCHIEV, conferențiar universitar, doctor, director IMI
Svetlana COJOCARU, profesor universitar, dr. habilitat, vicepreședinte AȘM, membru corespondent AȘM
Constantin GAINDRIC, profesor universitar, dr. habilitat, membru corespondent al AȘM

Comitetul organizatoric:
Angela GLOBA, președinte, conferențiar universitar, doctor, prorector UST
Ecaterina MYCHAILOVA, conferențiar universitar, doctor, Universitatea de Arhitectură, Inginerie civilă și Geodezie, Sofia, Bulgaria
Ludmila ROJDESTVENSCAIA, profesor școlar, Tallinna Kesklinna Vene Gümnaasium, Tallin, Estonia;
Margarita NIJEGORODSCAIA, conferențiar universitar, doctor, Universitatea de Stat din Vyatka, Rusia
Andrei BRAICOV, conferențiar universitar, doctor, decan UST
Nicolae ALUCHI, conferențiar universitar, doctor, decan UST
Ion MIRONOV, conferențiar universitar, doctor, decan UST
Dumitru COZMA, profesor universitar, dr. habilitat, șef catedra Analiza Matematică și Ecuații Diferențiale, UST
Dorin AFANAS, conferențiar universitar, doctor, șef catedra Algebră, Geometrie și Topologie, UST
Igor POSTOLACHI, conferențiar universitar, doctor, șef catedra Fizică Teoretică și Experimentală, UST
Eugenia CHIRIAC, conferențiar universitar, doctor, șef catedra Biologie vegetală, UST
Ion ARSENE, conferențiar universitar, doctor, șef catedra Chimie, UST
Elena SOCHIRCĂ, conferențiar universitar, doctor, șef catedra Geografie Umană, Regională și Turism, UST
Viorel BOCANCEA, conferențiar universitar, doctor, UST
Maria PAVEL, conferențiar universitar, doctor, UST
Larisa SALI, conferențiar universitar, doctor, UST
Tatiana VEVERIȚA, conferențiar universitar, doctor, UST
Natalia LUPAȘCO, conferențiar universitar, doctor, UST

Recomandat pentru publicare de către Senatul UST

RESPONSABILITATEA PENTRU CONȚINUTUL MATERIALELOR PUBLICATE LE REVINE ÎN EXCLUSIVITATE AUTORILOR

DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAŢIONALE A CĂRŢII DIN REPUBLICA MOLDOVA

"Abordări inter/transdisciplinare în predarea ştiinţelor reale, (concept STEAM)", conferinţă ştiinţifică internaţională (2021; Chişinău). Materialele Conferinţei ştiinţifice internaţionale "Abordări inter/transdisciplinare în predarea ştiinţelor reale, (concept STEAM)", Chişinău, 29-30 octombrie: [în 2 vol.] / comitetul ştiinţific: Liubomir Chiriac (preşedinte) [et al.]; comitetul organizatoric: Angela Globa (preşedinte) [et al.]. – Chişinău : UST, 2021 – . – ISBN 978-9975-76-356-1.

Vol. 1: Abordări inter/transdisciplinare în studierea matematicii (concept STEAM) & Studierea informaticii şi tehnologiilor informaţionale din perspectiva STEAM. – 2021. – 356 p. : fig., des., tab. – Antetit.: Min. Educaţiei şi Cercet. al Rep. Moldova, Agenţia Naţ. pentru Cercet. şi Dezvoltare, Univ. de Stat din Tiraspol. – Texte : lb. rom., engl., rusă. – Rez. paral.: lb. rom.-engl., rusă-engl. – Referinţe bibliogr. la sfârşitul art. – 100 ex. – ISBN 978-9975-76-357-8.

37.016:[51+004](082)=135.1=111=161.1
A 12

Copyright © Tiraspol State University, 2021

SECȚIILE CONFERINȚEI

Secția I.

Section I. Abordări inter/transdisciplinare în studierea matematicii (concept STEAM) / Inter / transdisciplinary approaches in the study of mathematics (STEAM concept)

Volumul I

Pag. 24-169

Secția II.

Section II. Studierea informaticii și tehnologiilor informaționale din perspectiva STEAM / Studying informatics and information technologies from the STEAM perspective

Volumul I

Pag. 170-355

Secția III.

Section III. Implementarea inter/transdisciplinarității în procesul de predare-învățare a fizicii și științelor tehnice (concept STEAM) / Implementation of inter /transdisciplinarity in the teaching-learning process of physics and technical sciences (STEAM concept)

Volumul II

Pag. 7-97

Secția IV.

Section IV. Integrarea STEAM în procesul de studiere a biologiei, chimiei și geografiei / Integration of STEAM in the process of studying biology, chemistry and geography

Volumul II

Pag. 98-192

Conferința științifică internațională este organizată în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)”, inclus în „Program de stat” (2020-2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20, cu suportul financiar oferit de Agenția Națională pentru Dezvoltare și Cercetare

CUPRINS

Prefață 7

LAUDATIO în onoarea Profesorului Anatol Gremalschi, cu ocazia decernării titlului de Doctor Honoris Causa al Universității de Stat din Tiraspol.....8

Comunicări în sesiunea plenară.....12

Voica Cristian, **Alexe Sorin**, **Voica Consuela**. Aplicarea conceptului STEAM prin X-Colony în studiul matematicii. 13

Давиденко Андрей Андреевич. STEM и STEAM: история и реальность.....18

SECȚIA I. Abordări inter/transdisciplinare în studierea matematicii (concept STEAM) 24

Achirii Ion. Matematica și educația STEAM: aspecte transdiciplinare.....25

Afanas Dorin. Activități didactice în cadrul laboratorului ”Probleme Actuale în Algebră, Geometrie și Topologie” 30

Afanas Dorin, **Cozma Dumitru**. Aplicațiile regulilor și principiilor din combinatorică ..36

Afanas Dorin, **Garbuz Loredana**. Matematica aeriană în concept STEAM 42

Afanas Dorin, **Nichiforov Vasile**. Aplicațiile algebrei liniare în sistemul de criptare Hill și în cel de permutare 51

Afanas Dorin, **Suman Marcela**. Rolul soluțiilor fără pilot în introducerea noțiunii de derivată 56

Amihalachioae Aniela, **Stegaru Viorica**. Aplicații interdisciplinare matematică – fizică 61

Botnarenco Mariana. Interdisciplinaritatea - utilizarea matematicii în ştiinţele tehnice ..66

Brăduleac Iraida. Aplicații ale matematicii – abordări interdisciplinare.....71

Calmuțchi Laurențiu, **Schițan Ștefan**. Abordarea principiului interdisciplinarității prin rezolvare de probleme la matematică.....75

Cimbir Cornelia, **Platon Marcela**. Abordări inter/transdisciplinare în cadrul orelor de matematică şi informatică.....81

Dicu Nicoleta. Învingători pe pista cunoașterii 86

Guleac Lucia. Educația STEM și STEAM în procesul educațional la matematică.....92

Guleac Lucia. Metodologia realizării conexiunilor transdisciplinare în cadrul studierii matematicii 97

Gurgurova-Afanasiev Tatiana, **Gîsca Radu**. Matematica și educația STEM/ STEAM 101

Hajdeu Mihaela, **Bordan Valeriu**. Interdisciplinaritatea la orele de matematică în contextul formării competențelor matematice la elevi.....104

Ispas Claudia-Nicoleta. Aplicații practice ale matematicii elementare 109
Maftea Serghei. Idealul educațional și misiunea educației prin prisma conceptului STEAM 114
Maftea Serghei, **Sali Larisa**. Strategii metagognitive de rezolvare a problemelor matematice ce se referă la proporționalitate.....118
Miricinschi Maria, **Miricinschi Ion**. Eficientizarea procesului educațional prin organizarea și implementarea strategiilor didactice a conținuturilor învățării, prin abordări inter și transdisciplinare.....125
Mustacă Delia. Pluridisciplinaritate, transdisciplinaritate și interdisciplinaritate aplicabile în predarea matematicii 131
Nour Alexandra. Interdisciplinaritatea – formă modernă de organizare a lecțiilor de matematică în învățământul primar.....134
Popa Natalia, **Delibaltov Aurelia**. Matematica și chimia în culorile toamnei 139
Ruban Angela, **Biezhenaru Nadejda**. Educație prin proiecte: „ambalaj” nou la „produse” vechi 143
Șaptefrați Aliona. Proiectul - metodă de instruire și evaluare pentru formarea competenței antreprenoriale.....146
Teleucă Marcel, **Sali Larisa**. Valorificarea contextelor de combinatorică în abordarea STEAM 153
Zegrea Luminița Gabriela, **Anghelache Iulia Nela**. Adaptarea instrumentelor digitale în predarea matematicii 163

SECȚIA II. Studierea informaticii și tehnologiilor informaționale din perspectiva STEAM.....170
Afanas Dorin. Fundamentele strategice privind dezvoltarea conceptului STEAM în cadrul laboratorului „Inteligența Artificială Creativă” 171
Braicov Andrei, **Veverița Tatiana**. Organizarea activităţilor STEAM în cadrul laboratorului „European Schoolnet Future Classroom”.....181
Caftanatov Olesea. Enhancing print media in e-Learning by using augmented reality...189
Cerbu Olga, **Turețchi Gabriel**. Soluționarea diferențelor de paradigmă dintre modelul orientat pe obiecte și modelul relațional prin intermediul tehnicii ORM 195
Chiriac Liubomir, **Bobeica Natalia**. Aspecte interdisciplinare în procesul de studiere a metodelor numerice.....200
Chiriac Liubomir, **Bostan Marina**. Aspecte didactice în predarea algoritmului Ford-Fulkerson.....206
Chiriac Liubomir, **Danilov Aureliu**. Algoritmul verificării izomorfismelor de grupoizi din perspectiva informaticii.....215
Chiriac Liubomir, **Lupașco Natalia**, **Pavel Maria**, **Stepanov Zahar**. Robotica educațională – o disciplină integratoare în abordarea STEAM 224

Chiriac Liubomir, **Lupașco Natalia**, **Stepanov Zahar**. Conceperea și evoluția spațiilor educaționale moderne bazate pe modele didactice de influență neoliberală 233
Gasnaş Ala, **Globa Angela**. Laboratorul clasa viitorului pentru explorarea modalității de predare-învățăre în tendințe STEM 242
Globa Angela, **Gasnaş Ala**. Abordarea unităților de învățare din analiza numerică prin prisma conceptului STEM.....249
Gurgurova –Afanasiev Tatiana. Provocare – educația STEM în învățământul profesional tehnic 259
Gurzău Amalia-Ramona, **Perde Ancuţa-Georgeta**. Abordări didactice inovative în prevenirea fenomenului de bullying și cyberbullying în mediul școlar.....263
Maxian Pavel. Paradigma STEAM: re-imaginarea educației 268
Mândruț Octavian, **Mândruț Ana - Marilena**. Transdisciplinaritatea – un model integrat de abordare a instruirii.....272
Mihălache Lilia. Clasa viitorului – soluţie inovativă pentru desfășurarea activităților STEM 295
Nagoreanscaia Aliona. Tehnologia elaborării resurselor educaționale deschise la disciplinele informatice în învățământul preuniversitar.....299
Pavel Maria, **Pavel Dorin**. Profilul cadrului didactic STEAM.....303
Russov Igor, **Borodai Andrei**, **Goncharov Maxim**, **Popsoi Gleb**, **Starenco Iurie**, **Cerbu Olga**. Generating 3D mesh from data for a game using C#.....309
Skutnițki Olesea, **Popov Lidia**. Aplicarea metodelor vizuale de predare la studierea cursurilor universitare în scopul dezvoltării competențelor digitale și de programare ale studenților din domeniul IT și non-IT 313
Țîcău Vitalie. Aplicarea mărimilor tabelare neregulate în programare 321
Vascan Teodora. Impactul laboratoarelor de învățare „Clasa Viitorului” asupra procesului educațional.....325
Vascan Teodora. Promovarea educaţiei STEAM prin intermediul roboticii educaţionale.....330
Богданова Виолетта, **Градинарь Оксана**, **Хмельницкая Елена**. STEAM-подход в реализации учебного проекта «Женщины в IT и кибербезопасности» 336
Богданова Виолетта, **Кириак Любомир**. Особенности применения ментальных карт с перспективы STEAM в обучении будущих экономистов основам информационной безопасности 340
Великова Татьяна. Инновационные STEAM-практики обучения учащихся посредством мобильных технологий 345
Чербу Ольга, **Старенко Юрий**, **Бородай Андрей**, **Боблик Штефан**. Методология создания Spring приложени.....351

PREFAȚĂ

Este cunoscut faptul că tinerii din Republica Moldova și nu numai, manifestă un interes scăzut pentru studierea disciplinelor din domeniul științelor reale și ale naturii, fapt ce duce la o lipsă acută de cadre calificate atât în domeniul educației, cât și în sectoarele economiei reale.

În scopul redresării situației, în mai multe țări dezvoltate, în sistemul educațional se implementează conceptul STEAM, care presupune studierea integrată a mai multor discipline reale, în special, a științei (S), a tehnicii (T), a ingineriei (E) și a matematicii (M). În scopul dezvoltării armonioase a elevilor, în acest concept a fost inclusă și arta (A). În prezent se promovează tot mai intens implementarea conceptului STREAM, care este integrarea STEAM cu adăugarea lui R pentru citire și scriere, ajutând elevii/studenții să comunice mai eficient, ceea ce este un aspect important al interacțiunilor umane. Perspectiva interdisciplinară, concepută ca mod de gândire și acțiune, constă în esență în familiarizarea elevilor/studenților cu principii, cunoștințe și metode generale interdisciplinare, care ar putea fi aplicate în contexte cât mai diverse posibil pentru soluționarea problemelor reale.

S-a constatat că majoritatea elevilor/studenților nu sunt incluși în inițiativele de încurajare a motivației către alegerea carierelor STEAM, previziunile arătând că, în viitorul apropiat, vom avea tot mai puțini tineri, cu o pregătire fundamentală în domeniul științelor reale, care vor alege cariere vitale pentru dezvoltarea economiei.

Evoluția dinamică a tehnologiilor și a noilor cerințe ale pieții muncii condiționează necesitatea elaborării concepțiilor educaționale adaptate la tendințele actuale, care ar permite pregătirea personalităților capabile să soluționeze probleme în contexte noi, deseori imprevizibile ale viitorului. Sistemul educațional trebuie să dezvolte personalități autodidacte, axate pe instruire prin cercetare, inovație, educație antreprenorială. Motivarea pentru instruire în domeniul științelor reale este o problemă actuală atât pentru Republica Moldova, cât și la nivel mondial.

Conform statisticii oficiale, în Republica Moldova, tot mai puțini elevi optează pentru profilul real. Numărul absolvenților claselor de liceu cu profil real, în ultima perioadă, a scăzut simțitor. Astfel, de exemplu, numărul de candidați înregistrați pentru a susține examenul de bacalaureat la profilul real în țara noastră, s-a micșorat în anul 2019 comparativ cu anul 2011 cu circa 8062 de persoane. Și astfel, studenții înmatriculați la ciclul I și ciclul II, în cea mai mare parte, nu doresc să-și continue studiile în domeniile care au conexiune cu studierea profundă a științelor reale.

Astfel, tema conferinței *„Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale (concept STEAM)”,* dedicată aniversării a 70 de ani de la nașterea profesorului universitar Anatol Gremalschi, un mare promotor al implementării unei strategii moderne privind digitalizare educației, își propune să genereze noi idei în studierea interdisciplinarității, să elaboreze noi metodologii de implementare a TIC-ului în procesul de predare-învățare a științelor reale prin prisma interdisciplinarității (conceptului STEAM). Acest fapt va conduce, credem noi, la lansarea și dezvoltarea de noi abordări și produse didactice, astfel încât, să crească interesul elevilor și studenților în raport cu studierea științelor reale, să conștientizeze conexiunile interdisciplinare (STEAM) și să le poată aplica la soluționarea diverselor probleme practice, inclusiv care țin de economia reală. În cadrul conferinței au fost implicați profesori universitari, cercetători, profesori din sistemul preuniversitar din următoarele țări: Moldova, România, Ucraina, Rusia, Estonia, SUA, Israel, Italia, etc.

Evoluția dinamică a tehnologiilor și a noilor cerințe ale pieții muncii condiționează necesitatea elaborării concepțiilor educaționale adaptate la tendințele actuale, care ar permite pregătirea personalităților capabile să soluționeze probleme în contexte noi, deseori imprevizibile ale viitorului. Sperăm foarte mult că prin intermediul conferinței respective vom reuși să facem primul pas înainte promovând și implementând ideile dezvoltate în această lucrare.

Liubomir Chiriac,
Dr., Habilitat, profesor universitar,
Președinte Comitetului Științific

LAUDATIO

în onoarea Profesorului Anatol GREMALSCHI,
cu ocazia decernării titlului
de Doctor Honoris Causa al Universității de Stat din Tiraspol

Împlinirea vârstei de 70 de ani de către un distins profesor universitar constituie nu doar un prilej de omagiere, dar şi posibilitatea trecerii în revistă a unei perioade însemnate din viața sa plină de frumoase realizări științifice și profesionale.

Doctorul habilitat, profesor universitar, Anatol Gremalschi s-a născut la 12 septembrie 1951 în satul Curleni (actualmente Podgoreni), raionul Orhei, dar a copilărit în satul Chiperceni, același raion.

Tatăl său își câștiga existența zugrăvind biserici și pictând răstigniri. La începutul celui de-al Doilea Război Mondial a fost mobilizat în Armata Română, iar mai târziu a căzut în prizonieratul rușilor la Cotul Donului. Ca prin minune a reușit să evadeze, s-a întors acasă și a fost din nou înrolat în Armata Română. S-a retras împreună cu Armata Română în Regat, cum spuneau pe atunci basarabenii, însă „eliberatorii” l-au „repatriat” și l-au trimis la muncă „benevolă” – la tăiat pădure, într-un lagăr de concentrare din regiunea Murmansk. I-au permis să revină acasă, în Chiperceni, abia peste patru ani după terminarea războiului.

Mama sa a reușit, în pofida calamităților războiului și datorită grijii Statului Român față de copiii de la țară, să absolve Școala Normală din Chișinău, muncind ulterior învățătoare la școala din sat.

De la părinții săi viitorul profesor universitar Anatol Gremalschi află că suntem români, că limba ne este română, că suntem rupți de Țară. Tot de la ei învață să scrie în grafia latină, să iubească cartea și învățătura.

Între anii 1958 – 1968 viitorul profesor universitar frecventează Școala medie din satul Chiperceni, raionul Orhei, pe care a absolvit-o cu medalie de argint.

În același an devine student al Institutului Politehnic din Chișinău (astăzi Universitatea Tehnică a Moldovei – UTM), la facultatea *Electrofizică*, specialitatea *Construirea și producerea aparatajului electronic*, absolvind cu mențiune în anul 1973.

Este invitat să-și continue studiile și cercetările la doctorantura aceluiași Institut, astfel încât în 1978 susține cu succes teza de doctor în științe tehnice la Institutul de Electrodinamică din Kiev, cu tema: „Studiul și elaborarea algoritmilor pentru construirea testelor complete ale dispozitivelor numerice”.

După doctorantură, activează în calitate de lector superior la Institutul Politehnic din Chișinău. În 1982 i s-a conferit titlul științifico-didactic de conferențiar universitar.

În 1992 a susținut cu brio teza de doctor habilitat în științe tehnice la Academia de Științe a Ucrainei, cu tema: „Teoria și metodele de testare pseudo-aleatorie a echipamentelor digitale”.

În 1994 i se conferă titlul științifico-didactic de profesor universitar.

A continuat să se autoperfecționeze profesional pe parcursul mai multor ani. Astfel, în 1989 a urmat cursuri de instruire postuniversitare la Queen Mary College of London University, în 2000 – cursul postuniversitar „Elaborarea și implementarea politicilor publice: de la concepție la rezultate”, în 2003 – cursul postuniversitar de politici publice în domeniul Educației la Teachers College Columbia University din New York.

A avut stagii în SUA, Marea Britanie, Coreea, Ungaria, Slovacia, Africa de Sud, Estonia, Romania, Rusia, Ucraina etc.

A participat cu rapoarte la numeroase manifestări științifice din țară și de peste hotare.

În perioada 1994 –1998 deține funcția de șef de catedră la UTM. În 1992 a fost numit prim-viceministru al Științei și Învățământului din Republica Moldova. Din 1998 până în 2000 a exercitat funcția de ministru al Educației și Științei.

Între anii 2004 – 2019 a avut funcția de director de programe la Institutul de Politici Publice.

Mai bine de 10 ani este membru al Seminarului științific de profil 532. Didactica ştiinţelor (exacte), care activează în cadrul Universității de Stat din Tiraspol.

Activitatea sa în cadrul școlii doctorale de la UST, s-a remarcat prin abordarea unor teme de cercetare de mare actualitate pentru sistemul educațional din Republica Moldova, contribuind astfel în pregătirea cadrelor științifice de înaltă calificare. Menționăm că, în calitate de referent oficial și membru al Consiliilor Științifice Specializate D 532.02, a expertizat circa 30 de teze de doctor în științe.

Profesorul universitar Anatol Gremalschi este membru al Colegiului de redacție al revistei științifice Acta et Commentationes. Științe ale Educației. Categoria B

De peste 30 de ani profesorul universitar Anatol Gremalschi este implicat activ în calitate de lider, coordonator, expert sau consultant în diferite programe și proiecte naționale și internaționale, inclusiv cu referire la învățământul public, mai exact:

- ✓ consultant național, membru al echipei de elaborare a strategiei naționale „Edificarea societății informaționale în Republica Moldova” în cadrul Programului Națiunilor Unite pentru Dezvoltare, 2004 – 2005;
- ✓ cercetător științific principal în cadrul proiectului „Fundamentarea teoretică și implementarea metodologiei de pregătire a cadrelor didactice pentru lucrul cu elevii dotați și supradotați la matematică și informatică” (proiect implementat de Universitatea de Stat din Tiraspol), 2011 – 2014;
- ✓ coordonator național al proiectului „Modernizarea educației din Republica Moldova – extinderea accesului la o educației flexibilă prin pregătirea pedagogilor și a studenților

pentru utilizarea metodologiei e-educației" (proiect finanțat de Academia Istropolitana Nova, Svätý Jur, Republica Slovacă), 2011 – 2012;

✓ consultant național în cadrul proiectului „Descentralizarea educației în Republica Moldova" (proiect finanțat de PNUD Moldova), 2012 – 2013;

✓ consultant național și șef al echipei proiectului „Modernizarea subsistemului de cartografiere al Sistemului Informațional Educațional" (proiect finanțat de Banca Mondială și Ministerul Educației al Republicii Moldova), 2012 – 2013;

✓ consultant național și lider de echipă în elaborarea conceptelor Manualul digital școlar, Sistemului informațional al Ministerului Educației în cadrul proiectului „Planul de acțiune pentru e-educație" (proiect finanțat de ATIC - Asociația Națională a Companiilor TI), 2015;

✓ cercetător științific principal în cadrul proiectului de cercetare „Metodologii de formare continuă asistată de calculator a profesorilor de matematică și informatică" (proiect implementat de Universitatea de Stat din Tiraspol), 2015 – 2018;

✓ consultant superior în dezvoltarea curriculară în învățământul profesional tehnic în cadrul proiectului proiectul „Support for VET Sector in the Republic of Moldova" (proiect finanțat de Uniunea Europeană și implementat de compania germană GOPA Gesellschaft für Organisation, Planung und Ausbildung mbH), 2017;

✓ consultant național în cadrul proiectului „Dezvoltarea curriculară în învățământul general", proiect al Ministerului Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova, 2018 – 2019;

✓ consultant național și șef de echipă în elaborarea studiului „Evaluation of Training programs for teachers and school principals in primary and secondary education, on the implementation of the Standards of professional competence of teachers and managers in general education" (proiect finanțat de Ministerul Educației, Culturii și Cercetării), 2019;

✓ președinte al Comisiei Naționale de atestare a cadrelor didactice în Informatică, 1995-1998;

✓ președintele juriului Concursului Național la Informatică, 1995 – 2000;

✓ președintele Comitetului Național Olimpic la Informatică;

✓ președinte al Consiliului științific specializat de susținere a tezelor de doctor și doctor habilitat, 1996 – 2000;

✓ conducătorul Lotului Național Olimpic la Informatică, 1996, 1998, 2000 – 2012;

✓ cercetător științific principal în cadrul proiectului de cercetare „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/trans-disciplinarității (concept STEAM)" (proiect implementat de Universitatea de Stat din Tiraspol), din 2020 până prezent;

✓ expert-cheie la elaborarea Proiectului Strategiei Naționale „Educația 2030" etc.

Este autor a 22 de brevete de invenție, a peste 200 de lucrări științifice și științifico-didactice, printre care 2 monografii, 5 manuale pentru învățământul superior, 11 manuale

pentru învățământul primar, gimnazial și liceal (inclusiv a tuturor manualelor de Informatică, utilizate de bază în învățământul general național), precum și a zeci de documente și acte normative naționale, printre care:

- ✓ Standardele de competențe digitale ale elevilor din ciclul primar, gimnazial și liceal, 2015;
- ✓ Standardele de competențe digitale pentru cadrele didactice din învățământul general, 2015;
- ✓ Metodologia de organizare și desfășurare a evaluării competențelor digitale ale elevilor din învățământul primar, gimnazial și liceal, 2016;
- ✓ Metodologia de organizare și desfășurare a evaluării competențelor digitale pentru cadrele didactice din învățământul general, 2016;
- ✓ Curriculumul Național la Informatică, 2019 etc.

Vorbește fluent 4 limbi, printre care franceza și engleza.

Remarcabila activitate a profesorului universitar Anatol Gremalschi, după cum rezultă din cele prezentate anterior, l-a poziționat ca unul din cei mai competenți și responsabili cercetători și promotori ai inovației și ai Tehnologiilor Informaționale și de Comunicație în domeniul Educației naționale.

Prin decretul Președintelui Republici Moldova nr. 176 din 05.10.2021, pentru muncă prodigioasă în domeniul învățământului, corectitudine și profesionalism, pentru implementarea politicilor educaționale și merite deosebite în educarea tinerei generații, profesorului universitar Anatol Gremalschi i s-a conferit înalta distincție de stat „Ordinul de Onoare”.

Anatol Gremalschi este Omul abundat de înțelepciune profundă, carismă, sensibilitate față de cuvinte, perseverență, tenacitate, corectitudine, cumpătare, spiritualitate și feblețe față de frumos.

Acordarea titlului de Doctor Honoris Causa al Universității de Stat din Tiraspol este o distincție care onorează un mare om de știință și pedagog.

La mulți ani fericiți, distins Profesor universitar Anatol GREMALSCHI!

E. Coropceanu, dr. profesor univ., rector UST; **V. Bordan**, dr. conf., prorector; **D. Antoci**, dr. conf., prorector; **A. Globa**, dr. conf., prorector; **V. Andrițchi**, dr. habilitat, profesor univ., director Școala Doctorala; **I. Țițchiev**, dr. conf., director IMI; **A. Braicov**, dr. conf., decan facultatea FMTI; **L. Chiriac**, dr. habilitat, profesor univ., șef Catedra ITI; **D. Afanas**, dr. conf., șef Catedra AGT; **I. Lupu**, dr. habilitat, profesor univ.; **D. Cozma**, dr. habilitat, profesor univ., șef Catedra AMED; **I. Postolachi**, dr. conf., șef Catedra FTE; **E. Sochirca**, dr. conf. șef Catedra GURT; **M. Pavel**, dr. conf.; **D. Pavel**, dr. conf.; **N. Lupașco**, dr. conf.; **T. Vascan**, dr. conf.; A. Gasnaș, dr. conf.; **T. Veveriță**, dr. conf.; **L. Mihalache**, dr. conf.

Comunicări în sesiunea plenară

Communications in plenary session

CZU:[519.1+371.695]+[37.016+37.036]

APLICAREA CONCEPTULUI STEAM PRIN X-COLONY ÎN STUDIUL MATEMATICII

Cristian VOICA, dr., profesor
Departamentul de Matematică, Universitatea din București
Sorin ALEXE, cercetător independent
Stamford, USA
Consuela VOICA, profesor școlar
Școala gimnaziul „Herăstrău”, București, România

Rezumat. Lucrarea prezintă X-Colony – un joc educațional bazat pe manipularea unor figuri geometrice, proiectat în spiritul STEAM pentru elevi din ciclul primar sau gimnazial. Prin acest joc, elevii dezvoltă abilități vizuale și kinestezice prin generarea, experimentarea și anticiparea unor construcții spațiale. Activități bazate pe X-Colony au fost organizate pe parcursul unui an școlar, cu elevi din clasa a V-a, într-un program educațional ce a avut grup experimental și grup de control. În urma studiului, am constatat că programul induce efecte pozitive în învățarea geometriei și duce la îmbunătățiri semnificative în înțelegere, rezolvarea de probleme și raționamentul elevilor.

Abstract. The paper aims to introduce the X-Colony -- a game based on geometric manipulatives and designed in the STEAM education context for training creativity and spatial intelligence in primary and middle school students. Students engaged in this game integrate visual and kinesthetic information to experiment, learn and predict real world states. Activities based on X-Colony were implemented into a one scholar year educational program for fifth graders and tested in a case-control study. We found that the program induces positive effects in learning geometry and leads to improvement in comprehension, problem solving and reasoning.

Cuvinte cheie: X-Colony; educație STEAM; abilitate spațială; creativitate.
Key words: X-Colony; STEAM education; spatial ability; creativity.

Introducere

Preocupările privind educația STEAM (i.e. studierea integrată a științelor, tehnicii, ingineriei, artelor și matematicii) au cunoscut, în ultimii ani, o dezvoltare fără precedent. Specialiști din diverse domenii evidențiază necesitatea îmbunătățirii competențelor STEAM pentru a face față provocărilor sociale și economice din viitorul apropiat ([3]; [4]; [5]; [9]).

Ca urmare, sisteme educaționale din întreaga lume vizează identificarea unor posibile abordări didactice legate de STEAM, atât în țări dezvoltate economic (e.g. [7]), cât și în țări în curs de dezvoltare (e.g. [12]). Principala problemă pare să fie faptul că educația STEAM presupune o ”depășire a frontierelor disciplinare” ([11]), adică ”abordarea unor sarcini de lucru complexe, care impun elevilor utilizarea unor cunoștințe și abilități din mai multe discipline” ([8])

În lucrarea de față, pornim de la următoarea întrebare: *Cum am putea organiza activități de învățare complexe, care să presupună dezvoltarea tuturor componentelor din conceptul STEAM*?

Studiul empiric pe care îl prezentăm în continuare se bazează pe utilizarea la clasă a unei platforme de învățare, ce presupune utilizarea jocului de construcții X-Colony ([1]), constând

în utilizarea unor manipulative în cadrul unor activități educaționale. (Unele rezultate preliminare au fost prezentate [2].)

METODĂ

Descriere

X-Colony operează cu un set de module elementare, ce pot fi obținute din elemente planare, alcătuite prin alipirea unor hexagoane regulate (figura 1); acestea sunt T-modulul, O-modulul și I-modulul.

Modulele elementare se pot asambla într-o varietate de construcții poliedrale complexe (câteva exemple sunt prezentate în figura 2).

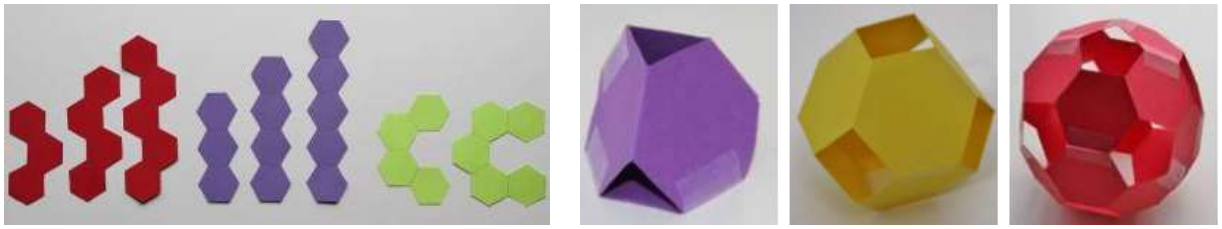


Figura 1. Elementele planare și modulele elementare (T, O și I) obținute din acestea

Figura 2. Construcții poliedrale obținute din modulele X-Colony

Eșantion și procedură

Studiul a fost proiectat ca un experiment în care a fost implicat un grup experimental și un grup de control, pe un eșantion de 45 de elevi din clasa a V-a de la o școală din București, dintre care 28 de elevi au făcut parte din grupul de experiment, iar 17 elevi au făcut parte din grupul de control. Ambele grupuri incluse în experiment au constat din câte o clasă de elevi; elevii nu au fost selectați pe alte criterii, în afara apartenenței lor la clasele respective. Studiul nostru este deci de tip quasi-experimental, cu grupuri neechivalente de studiu (așa cum este această metodă descrisă în [6]).

Elevii din grupul experimental au participat la un program de 8 săptămâni, a câte o oră/săptămână, ca parte a unui opțional organizat în școală. În această perioadă, elevii au fost implicați în activități diverse, în care au construit structuri spațiale folosind X-Colony și au răspuns la o serie de întrebări ce vizau modalități alternative de construcție, imaginarea unor alte construcții, exprimarea preferințelor pentru un obiect sau altul, anticiparea unor restricții.

Elevii din grupul de control au urmat un traseu curricular similar, având programat un curs opțional în aceeași perioadă de timp, dar, în locul unor activități de tipul X-Colony, au parcurs tematici standard pentru ore de matematică.

Modalitatea de colectare a datelor

Pentru ambele grupuri de elevi, datele au fost colectate prin intermediul unui pre-test și al unui post-test, aplicate înainte și după desfășurarea intervenției asupra grupului experimental. Fiecare test a constat din câte 4 întrebări, ce au vizat abilitatea elevilor în a imagina diverse obiecte, a estima anumite cantități și a explica rezolvarea unei probleme.

Ambele teste au fost aplicate simultan celor două grupuri de elevi, pe parcursul unor ore de clasă (50 min.) Am proiectat deliberat cel de-al doilea test cu un grad sporit de dificultate, pentru a mări fidelitatea datelor obținute.

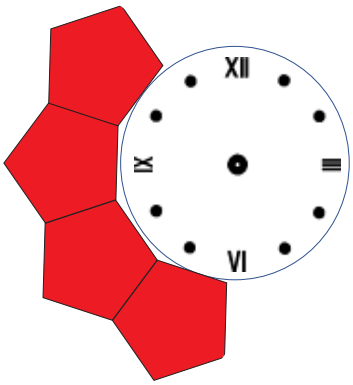
Pentru grupul experimental, au fost de asemenea colectate date prin observarea implicării elevilor în activitate și consemnarea opiniilor exprimate de elevi, referitoare la dificultatea, utilitatea și atractivitatea activităților organizate.

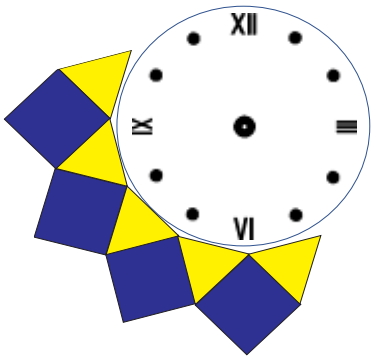
Modalitatea de analiză a datelor

Rezultatele obținute la cele două tipuri de teste au fost analizate folosind trei parametri: înțelegere; indicarea rezultatului; argumentarea rezultatului. Fiecare întrebare a primit un punctaj de 0 sau 1 pe fiecare din aceste trei componente. Includem aici una din întrebările adresate elevilor și modul de acordare a punctajelor pentru aceasta.

Întrebarea 1 (testul final). *Andrei vrea să construiască două rame pentru ceasurile lui de perete, folosind pentru fiecare ramă câteva tipuri de piese identice. Modelele începute de Andrei sunt prezentate în figurile următoare. De câte piese de fiecare fel va avea Andrei nevoie în total, pentru fiecare din rame?*

Scrie răspunsul și explică cum ai gândit.





Răspunsurile elevilor au fost analizate pe baza următoarei descrieri:

Înțelegere: elevul/eleva dovedește că înțelege faptul că rama se închide și că i se solicită numărul de piese care mai trebuie adăugate (chiar dacă greșește în identificarea acestui număr).

Indicarea rezultatului: elevul/eleva notează răspunsul corect (6 piese la *a* și 7 triunghiuri și 8 pătrate la *b*). Se iau în calcul și situațiile în care elevul/eleva scrie numărul total de piese folosite (i.e. 10 piese la *a*; 12 triunghiuri și 12 pătrate la *b*).
Argumentare: elevul/eleva explică rezultatul obținut pe baza unor desene, a corelării poziției pieselor ramei cu cadranul ceasului, folosind simetria, sau orice altă descriere care dovedește cum a gândit.

REZULTATE

Analiza calitativă

O analiză holistică a răspunsurilor elevilor la teste, dar și a observațiilor făcute pe parcursul desfășurării activităților, evidențiază următoarele aspecte:

- Îmbunătățirea abilităților de comunicare (orală sau scrisă) a elevilor din grupul experimental, ca urmare a necesității de a-și exprima preferințele și a-i convinge pe colegi de validitatea opiniilor personale. Prin comparație, elevii din grupul de control nu au arătat progrese similare.
- Existența unei varietăți de argumente în justificarea răspunsurilor la întrebările din testul final, pentru elevii din grupul experimental. Prin comparație, elevii din grupul de control nu au dovedit flexibilitate (în sensul folosit în [10]) în argumentele lor.
- Dezvoltarea abilităților vizate de STEAM, dovedite prin crearea unor noi construcții poliedrale ce necesită abilități tehnologice, viziune artistică și îndemânare.

Analiza cantitativă

Punctajele obținute de elevi la cele două teste, pentru fiecare categorie în parte (i.e. înțelegere; indicarea rezultatului; argumentare) au fost corelate statistic, pentru cele două grupuri de studiu. Am găsit astfel, pentru grupul experimental, o creștere de 26% a abilităților de argumentare și o creștere de 17% a competențelor generale privind înțelegerea și rezolvarea problemelor, comparativ cu grupul de control.

Comparând rezultatele academice ale elevilor cu rezultatele la testele aplicate în acest experiment, am ajuns la concluzia că scorurile obținute la teste sunt puternic corelate cu notele obținute de elevi în activitatea uzuală la clasă. De asemenea, am constatat faptul că elevii din grupul de control au manifestat, în timpul desfășurării activităților, comportamente creative, manifestate prin obținerea unor construcții poliedrale surprinzătoare.

Concluzii

Lucrarea prezintă un studiu quasi-experimental cu 45 de elevi de clasa a V- a, bazat pe utilizarea sistematică la activitățile organizate cu grupul experimental a jocului X-Colony și compararea rezultatelor obținute la teste de cele două grupuri. Studiul nostru a generat concluzia că utilizarea X-Colony conduce la îmbunătățirea abilităților STEAM pentru toate

componentele acestui concept. În particular, activitățile X-Colony generează înțelegerea unor concepte matematice, fapt demonstrat prin analiza statistică a datelor.

Ca urmare, considerăm că utilizarea X-Colony la clasă conduce la îmbunătățirea abilităților elevilor și oferă un cadru util pentru abordări didactice transdisciplinare.

Bibliografie

1. ALEXE, S. *XColony Game Systems*. International Patent Application #: PCT/ US13/ 69568, 2013.
2. ALEXE, S.; VOICA, C.; VOICA, C. An educational resource for spatial intuition. In: *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *128*(2014), pp. 305-310.
3. CAPRILE, M.; PALMÉN, R.; SANZ, P.; DENTE, G. Encouraging STEM studies for the labour market. In: *Directorate General for Internal Policies, European Union*, 2015.
4. ENGLISH, L. D. STEM education K-12: Perspectives on integration. In: *International Journal of STEM education*, *3*(1), 2016, pp. 1-8.
5. ENGLISH, L. D.; MOUSOULIDES, N. G. Bridging STEM in a real-world problem. In: *Mathematics Teaching in the Middle School*, 20(9), 2015, pp. 532-539.
6. FIFE-SCHAW, C. Quasi-experimental designs. In: *Research meth. in psychology*, 2006, pp. 88-103.
7. HARRIS, A.; DE BRUIN, L. R. Secondary school creativity, teacher practice and STEAM education: An international study. In: Journal of Educational Change, 19(2), 2018, pp. 153-179.
8. HONEY, M.; PEARSON, G.; SCHWEINGRUBER, A. *STEM integration in K-12 education: status, prospects, and an agenda for research*. Washington: National Academies Press, 2014.
9. JESIONKOWSKA, J.; WILD, F.; DEVAL Y. Active Learning Augmented Reality for STEAM Education—A Case Study. In: *Education Sciences.* 10(8): 198, 2020.
10. LEIKIN, R. Evaluating mathematical creativity: The interplay between multiplicity and insight. In: *Psychological Test and Assessment Modeling*, 55(4), 2013, pp. 385-400.
11. LI, Y. Editorial: International Journal of STEM Education—a platform to promote STEM education and research worldwide. In: *International Journal of STEM Education*, 1:1, 2014.
12. MADANI, R. A. Teaching Challenges and Perceptions on STEM Implementation for Schools in Saudi Arabia. In: *European Journal of STEM Education*, 5(1), 2020, pp. 1-14.

CZU: 37.016:37.012

STEM И STEAM: ИСТОРИЯ И РЕАЛЬНОСТЬ

Андрей Андреевич ДАВИДЕНКО, доктор педагогических наук, профессор
Кафедра естественно-математических дисциплин и информационных технологий
Черниговский областной институт
последипломного педагогического образования им. К. К. Ушинского
Национальный университет «Черниговский коллегиум» им. Т. Г. Шевченко

Резюме. Статья посвящена анализу содержания STEM и STEAM-подходов в образовании. В ней приводится историческая справка, в которой обращается внимание на то, что STEM – имеет отечественные корни. У нас оно называлось и называется «политехническим образованием», «межпредметными связями» или же «интеграцией предметов». Здесь же отмечается отсутствие конкретности в понимании STEAM, что, пока что, не привело к ощутимым результатам в педагогической практике.

Abstract. The article is devoted to the analysis of the content of STEM and STEAM approaches in education. It provides a historical background, which draws attention to the fact that STEM - has domestic roots. In our country it was and is called "polytechnic education", "interdisciplinary connections" or "integration of subjects." It also notes the lack of specificity in the understanding of STEAM, which, so far, has not led to tangible results in pedagogical practice.

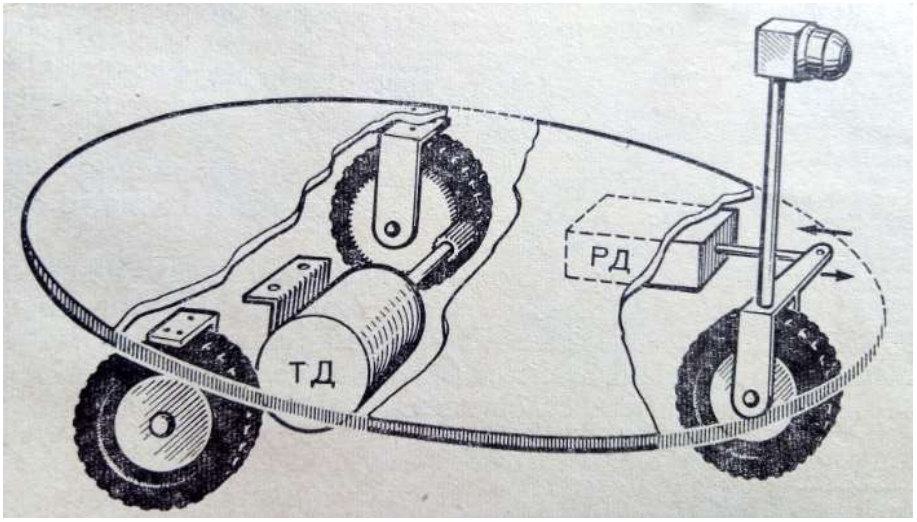
Ключевые слова: STEM, STEAM, обучение, развитие, исследование, творчество.
Key words: STEM, STEAM, learning, development, research, creativity.

То, что объединено аббревиатурой STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics - «наука, технология, инженерия, математика»), имеет свою историю развития в республиках бывшего Советского Союза. Уже более 70 лет назад в них действовали кружки технического творчества. Их работа была организована как в школах, так и во внешкольных учебных заведениях. В каждом райцентре были предоставлены помещения для создания станций юных техников, дворцов пионеров и др. Характерной особенностью развития отечественного образования было то, что сначала это получило распространение на базе внешкольных учебных заведений, и в школьных кружках, которые действовали во внеурочное время в школе. Однако, со временем все это появилось на уроках с его логическим продолжением на занятиях кружков и в виде самостоятельной домашней работы.

Впоследствии в школах появились научные общества, которые координировали деятельность кружков, организовывали отчеты учеников за выполненную работу (выставки, конференции и др.). Несколько позже появилась Малая академия наук (МАН). Были учреждены массовые внеурочные мероприятия: турнир юных физиков (ТЮФ), турнир юных химиков (ТЮХ), турнир юных биологов (ТЮБ), турнир юных изобретателей и рационализаторов (ТЮВиР) [6] и др. Стоит напомнить, ТЮФ был основан группой сотрудников физического факультета Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, которую возглавлял Е.М.Юносов (более 50 лет назад), а ТЮВиР – учрежден по инициативе автора статьи

в 1998 году. В Республике Беларусь и Российской Федерации достаточно давно проводятся конкурсы технического творчества, научные конференции и т.п.

Все сказанное выше нашло свое отражение в научных исследованиях и методических пособиях многих специалистов в области дидактики физики [3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11]. Некоторые из них стали настольными книгами учителя. Наиболее популярными стали, конечно, пособия В. Г. Разумовского [8, 10]. (Я понимаю, что в тексте надо ссылаться на публикации последних лет. Но мне хотелось обратиться к историческому аспекту проблемы. Это для того, чтобы молодые педагоги не считали, что все начинается именно сейчас. В связи с этим, мне пришлось обратиться к материалам, которые были опубликованы несколько десятилетий назад). И, если вникнуть в содержание того, что предлагается в его пособиях, то можно убедиться в том, что предложенные им и его учениками технические устройства можно поставить в один ряд с теми, что создаются в наше время. Если, конечно, не принимать во внимание того, что в данное время здесь присутствует программирование.



Фиг. 1. Управляемая модель «Жука»

На рисунке (фиг. 1) изображена действующая модель дистанционно управляемого «Жука», описание конструкции которого изложено в методическом пособии В.Г.Разумовского [8, с. 257]. В отличие от модного в данное время названия STEM, вся деятельность учителя и учащихся в упомянутое время осуществлялась в виде «политехнизации обучения», реализации «межпредметных связей», или же «интеграции предметов (знаний)». Учебный процесс, по-настоящему, объединял естественно-математические предметы и реализовался в создании чего-то нового. Сейчас же, чаще всего, устройства собираются из готовых деталей, например, конструкторов «ЛЕГО», чем, по мнению автора, не только обедняется процесс развития способностей учащихся, но и несколько отодвигаются в сторону важные школьные предметы. Во время работы в жюри Всеукраинских ТЮИиР (председатель жюри), Национального этапа международных конкурсов «Intel-Tehno»,

Национального этапа международных конкурсов юных исследователей «ISYS», Всеукраинской олимпиады юных физиков и т.п., мне не удалось встретить среди участников тех, кто активно занимается данным видом деятельности. Хотя, все это имеет право на существование и может привести к положительным результатам в другом направлении.

Мы видим также, как преподаватели и учителя информатики реализацию STEAM видят в компьютерном моделировании, в частности, в создании 3-D-моделей. Однако, с точки зрения изобретательской практики, сначала создается реальное техническое устройство, а потом его действующая модель. Компьютерная же модель может принести пользу в демонстрации принципа действия определенного технического устройства, но не заменит его действующий образец, который содержит в себе намного больше, чем первое. Вместе с тем, для учащихся такой вид деятельности является весьма полезным для развития творческого воображения. Однако, как показывает практика, это часто не выходит за пределы игры, чем отвлекает школьника от овладения материалом естественно-математических дисциплин, где, например, сопротивление резистора не является формальной надписью на его корпусе, а еще зависит от температуры и других факторов. Как в компьютерных «стрелялках»: «Героя А» определенного игрока поражает (убивает) «Герой В» другого игрока, но играющие не ощущают реальности, так как погрузились в виртуальный мир. Главное, не остаться в нем…

Пора, однако, обратить внимание на то, в последнее время появился новый акроним - STEAM («А» означает «Искусство»). Он стремится занять место STEM. Появился он в Соединенных Штатах в 2012 году. Идеологи STEAM считают, что к STEAM необходимо добавить искусство и дизайн. Школа дизайна Род-Айленда с ее Программой «STEM в STEAM» стала одним из инициаторов введения в STEM искусства и дизайна. Необходимость его внедрения в практику приводят различные косвенные доказательства, например, то, что в Федерации творческих индустрий Великобритании 36,5% ведущих инженеров владеют искусством или дизайном на уровне А или AS. 35,4% играют на музыкальном инструменте и пр. Поэтому возникло предложение ввести в школы художественное образование.

Утверждают, также, что на данный момент в Google по STEAM можно найти более 60 000 000 результатов, где обсуждаются плюсы и минусы такого «вмешательства» или дополнения к STEM.

Этот вопрос обсуждается и на научном уровне. Причем, в нем принимают участие не только представители дидактики естественно-математических дисциплин, но и те, что имеют отношение к искусству.

К интересным выводам в этом плане приходит известный исследователь STEAM Мария Ксантудаки - директор Исследовательского центра неформального образования (CREI) Национального музея науки и техники Леонардо да Винчи в

Милане (Италия). Одна из ее статей имеет название «От STEM к STEAM (образование): необходимое изменение или «теория чего бы то ни было?» (From Stem to Steam (education): a necessary change or ‘the theory of whatever’?») [2]. О том, что в статье содержится достаточно глубокий анализ проблемы, можно понять уже из ее названия. Автор обращает внимание на то, что искусство может показать красоту окружающего мира или же отдельных объектов и возбудить этим в учащихся интерес к научным исследованиям или творчеству. Действительно, рассматривая снимок росы на паутине (фиг.2), можно увидеть не только красоту природы, но и особенности образования капелек росы. На нитях паутины, например, они все одного размера, а в местах их пересечения – крупнее. Конечно, в отдельных случаях это может привести к необходимости выполнения исследования данного явления, но вряд ли стоит предполагать, что посещение фотовыставки всегда приведет к такому результату. Не исключено, что, скорее наоборот, «естественник» или «технарь», исследующий явление конденсации водяного пара, обратит внимание на существующую в природе красоту и захочет ее запечатлеть.

Фиг. 2. Капли росы на паутине

В конце статьи Мария Ксантудаки делает вывод, с которым я полностью соглашаюсь. Она пишет, что, возможно, необходимо вернуться к основам (STEM). Здесь же, с присущим ей образностью в выражениях и красотой изложения, она подчеркивает: «Остерегайтесь сокращений!». Аббревиатуры, пишет она, - могут быть опасными; они могут быть "сексуальными", они быстрые, но из-за этого они часто становятся пустыми и бессмысленными словами, чем угодно. Ну, как не согласиться?

Опять же, Hak Bum Kim [1] и другие авторы утверждают, что STEAM способствует развитию лидерских качеств, что в конечном итоге, также положительно повлияет на развитие экономики. Однако, приросту в экономике

благоприятствует и погода, и политическая обстановка в мире, и др. Зачем всем нагружать STEM и STEAM?

Аналогичная ситуация была в свое время с предложенной Г.С.Альтшуллером так называемой «Теорией решения изобретательских задач» (ТРИЗ) [1, 3]. Предложенные им «инструменты» - (алгоритмы) поиска новых технических решений предназначались для изобретателей, т.е. людей, создающих новую технику и технологии. Мы не будем здесь обсуждать, насколько их использование отразилось на рост количества изобретений и их качестве, все это известно и так. Скажу лишь, что разрекламированная ТРИЗ была подхвачена ее сторонниками, которые работали в разных отраслях и ведомствах. Появилась она, как известно, и в образовании. Есть и защищенные кандидатские диссертации по методике ее применения в учебном процессе. (Я наотрез отказался оппонировать одну из таких диссертаций, написанную в г.Гомеле). Один к одному сейчас происходит со STEM и STEAM. Уже активно проводят STEM и STEAM-уроки по всем предметам (не знаю, коснулось ли это физкультуры) и во всех классах, начиная с первого. Есть сообщения о том, что все это уже «успешно» (без экспериментального подтверждения) применяется в детских садах (хочется спросить, не в ясельных ли группах?).

«Основная цель STEM / STEAM-образования, пишет М. Писаревский - развитие творческого мышления, навыков использования инженерного подхода к решению реальных задач, понимание важности дизайна, осознание роли технологий в их решении. Под «искусством» (Arts) в концепции чаще понимают развитие творческого восприятия, обучения основам моделирования и художественно-технического проектирования, что позволяет не только сделать образовательный процесс более разнообразным и насыщенным, но также дополнительно подтолкнуть учеников к креативному решению поставленных задач…» [7]. Много ли здесь конкретного для учителя? Это больше подходит для выступления на педсовете…

Как видим, STEM-подходы в образовании мало чем отличаются от того, что в отечественной методической науке и педагогической практике подразумевалось под «политехническим образованием», «межпредметными связями» или же «интеграцией предметов (знаний)». Главное, чтобы не все сводилось к репродуктивному воссозданию технических устройств, чтобы обращалось внимание на развитие исследовательских и творческих способностей учащихся.

Идеология STEAM является весьма расплывчатой, не конкретна, что привело к разнотолкам, и не дало, пока что, ощутимых результатов в педагогической практике.

Список использованных источников

1. HAK BUM, Kim, JEONGHO, Cha. The Effect of STEAM Camp Program for Gifted High School Students on Their Creative Leader Competency and STEAM Literacy. In: *Jour. Sci. Edu*, Vol. 45, No, 2, 231-246 (2021.8).

2. XANTHOUDAKI, Maria. From STEM to STEAM (education): a necessary change or ‘the theory of whatever’? In: *Spokes*, No, 28. march 2017.
3. АЛЬТОВ, Г.С. *И тут появился изобретатель*: Научно-популярная книга. Москва: Детская литература, 1984. 126 с.
4. ДАВИДЕНКО, А. А. *Изобретательские задачи в школьном курсе физики: Пособие для учителей.* Чернигов: Деснянська правда, 1996. 96 с.
5. ДАВИДЕНКО, А. А. *Науково-технічна творчість учнів: навчально-методичний посібник для загальноосвітніх навчальних закладів.* Ніжин: Аспект Поліграф, 2010. 176 с.
6. ДАВИДЕНКО, А. А. Турниры юных изобретателей и рационализаторов. В: *Физика в школе*. 2001. №7. с.70-75.
7. ПИСАРЕВСКИЙ, М. Образование: STEM и STEAM – добавьте немного творчества к науке! [Электронный ресурс]. – *Дом инноваций. ua*. URL: *https://innovationhouse.org.ua/ru/statti/obrazovanie-stem-i-steam-dobavte-nemnogo-tvorchestva-k-nauke/* (дата обращения: 23.11.2019).
8. РАЗУМОВСКИЙ, В. Г. *Развитие творческих способностей учащихся в процессе обучения физике: Пособие для учителей*. М.: Просвещение, 1975. 272 с.
9. РАЗУМОВСКИЙ, В. Г. *Развитие творческой деятельности учащихся в физико-техническом кружке:* Автореф. дис… кандидата пед. наук. М. ,1959. 12 с.
10. РАЗУМОВСКИЙ, В. Г. *Творческие задачи по физике в средней школе*. М.: Просвещение, 1966. 154 с.
11. САЛАМАТОВ, Ю. П. *Как стать изобретателем: 50 часов творчества: Книга для учителя.* Москва: Просвещение, 1990. 240 с.

Secția I.

Abordări inter/transdisciplinare în studierea matematicii (concept STEAM)

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

CZU: 37.016:51

MATEMATICA ȘI EDUCAȚIA STEAM: ASPECTE TRANSDISCIPLINARE

Ion ACHIRI, dr.,conf. univ

Institutul de Științe ale Educației, Republica Moldova

Rezumat. Atât transdisciplinaritatea, cât și educația STEM/STEAM reprezintă viitorul educației în Republica Moldova. Articolul abordează problema realizării conexiunilor transdisciplinare ale matematicii din perspectiva educației STEM/STEAM. Accentul e plasat pe învățarea matematicii prin situații didactice de tip STEM/STEAM și pe proiecte transdisciplinare.

Abstract. Both transdisciplinarity and STEM/STEAM education represent the future of education in the Republic of Moldova. The article addresses the issue of making transdisciplinary connections of mathematics from the perspective of STEM / STEAM education. The emphasis is placed on learning mathematics through STEM / STEAM type teaching situations and on transdisciplinary projects.

Cuvinte cheie: matematică, educație STEM/STEAM, proiect, competență, transdisciplinaritate.

Keywords: mathematics, STEM/STEAM education, project, competence, transdisciplinarity.

Formarea competențelor – cheie, determinate de Codul Educației al Republicii Moldova, necesită realizarea conexiunilor transdisciplinare în procesul educațional [1].

Prin gradul sau de complexitate, abordarea transdisciplinară propune un demers bazat pe dinamica și interacțiunea a patru niveluri de intervenție educativă: ***monodisciplinar, pluridisciplinar, interdisciplinar si transdisciplinar.*** Trebuie subliniat faptul ca recunoașterea caracterului distinct al abordărilor menționate nu implică ignorarea caracterului lor profund complementar. B. Nicolescu, unul dintre autorii paradigmei transdisciplinarității afirma „ disciplinaritatea, pluridisciplinaritatea, interdisciplinaritatea si transdisciplinaritaatea sunt cele patru săgeți ale unuia și aceluiași arc: al cunoașterii” (B. Nicolescu, 1997) [5].

Transdisciplinaritatea nu va conduce la dispariția disciplinelor; acestea vor continua să existe în Planurile de învățământ, dar interconectate și deschise către formarea unor competențe care trec dincolo de discipline.

Problematica transdisciplinarității are cel puțin doua laturi esențiale:

- **latura filosofică**, care ține de promovarea unei viziuni și a unei noi înțelegeri a realității în general și a realității educaționale în special- ***atitudinea transdisciplinară;***
- **latura metodologică,** care ține de dezvoltarea unor modalități concrete de utilizare a diverselor trepte ale integrării în procesul educațional- ***competența transdisciplinară.***

Pentru a forma atitudinea transdisciplinară și competența transdisciplinară e nevoie de elaborat și implementat două tipuri de curriculum:

a) ***Curriculum privind învățarea cross-curriculară/Curriculum transdisciplinar*** – curriculum care va asigura realizarea transdisciplinarității;

b) ***Core curriculum***- curriculum, care realizează aspectele învățării monodisciplinare sau pluridisciplinare obligatorii.

Este clar că nici un proces educațional modern din orice țară nu poate fi realizat doar din viziunea transdisciplinară. Este necesară corelarea armonică a monodisciplinarității, interdisciplinarității, pluridisciplinarității și transdisciplinarității la diverse trepte de învățământ.

La treapta primară transdisciplinaritatea poate fi cea mai accentuată. Considerăm, că trei discipline, la această treaptă, ar trebui să rămână monodisciplinare: ***Limba și literatura română***, ***Matematica*** și ***Limba străină***. Celelalte finalități educaționale pot fi atinse prin studierea unor subiecte cross-curriculare, prin care se va însuși „lumea reală".

La treapta gimnazială monodisciplinaritatea (***Limba și literatura română***, ***Matematica*** și ***Limba străină***) va fi completată cu pluridisciplinaritatea (de exemplu, cu disciplinele integrate de tipul ***Arte, Științe, Dezvoltarea personală, Educația civică*** etc.), complimentate cu subiecte cross-curriculare semnificative (de exemplu, din domeniile ***Educație pentru sănătate, Educație antreprenorială și economică, Educație patriotică, Educație ecologică, Educație pentru familie, Educație pluriculturală, Educație pentru societate, clasa a VII-a, Securitatea în Internet, Dezvoltarea tehnologică*** etc.) pentru formarea personalității elevului.

La treapta liceală, din perspectiva realizării transdisciplinarității, e necesar de a se ține cont de specificul fiecărui profil în contextul continuității studiilor la facultate și din perspectiva profesională. De exemplu, la ***Profilul umanist*** ar trebui să se studieze disciplina integrată **Științe,** nu disciplinele separate Fizica, Chimia și Biologia. La profilul ***Real*** ar putea fi integrate disciplinele Istoria, Geografia și Educația economică. Disciplina integrată **Arte** ar trebui să fie obligatorie pentru ambele profiluri.

Menționăm că **Matematica** este una din disciplinele monodisciplinare care nu trebuie să se integreze cu alte discipline. Mai avem mult până la implementarea în Republica Moldova a educației STEM și educației STEAM. Însă, transdisciplinaritatea în procesul educațional la matematică la această etapă poate fi realizată prin:

a) crearea și realizarea în cadrul lecției de matematică a unor situații de tip STEM sau STEAM;

Profesorul de matematică, în contextul temei studiate la lecție, va propune elevilor situații semnificative, din viața reală, prin care elevii vor integra matematica cu științele naturii (fizica, chimia, biologia), cu diverse tehnologii, inclusiv, cele inginerești [6].

b) realizarea unor proiecte STEM sau STEAM, de comun acord cu alte cadre didactice.

Menționăm că curricula școlare la Matematică pentru gimnaziu și liceu ([3], [4]), ediția 2019, recomandă o listă de proiecte STEM sau STEAM pentru clasele V-XII.

De exemplu,

- proiectul STEM „*O călătorie imaginară prin Moldova*" (clasa a V-a);
- proiectul STEAM „*Rapoarte și proporții în pictură și arhitectură*" (clasa a VI-a);
- proiectul STEM „*Variația caracteristicilor meteo pentru o perioadă de 3 luni în*

localitatea de baştină” (clasa a VII-a);

- proiectul STEM *„Funcții în sport”* (clasa a VIII-a);
- proiectul STEAM *„Aplicații ale figurilor geometrice în design”* (clasa a VIII-a);
- -proiectul STEAM *„Covorul moldovenesc”* (clasa a X-a, profilul real, profilul umanist);
- proiectul STEAM *„Matematica în culinărie”*(clasa a X-a, profilul umanist);
- proiectul STEM „*Aplicarea derivatei în economie”* (clasa a XI-a, profilul real);
- proiectul STEAM *„Credit pentru casa mea”* (clasa a XII-a, profilul real, profilul umanist);
- proiectul STEM *„Casa mea de vis”* (clasa a XII-a, profilul real, profilul umanist).

Alte exemple de proiecte STEM/STEAM, corelate cu matematica, profesorul le găseşte în Ghidurile de implementare a curricula la matematică, ediția 2019 [3, 4].

Pentru realizarea eficientă a proiectelor STEM/STEAM se recomandă de elaborat ***Harta tehnologică a proiectului.***

Ce exemplu prezentăm **Harta tehnologică** a proiectului STEM „**Apa în viața de zi cu zi”:**

Clasa: a VII-a (4-6 echipe a câte 6-8 elevi).

Obiective*:* *1.* examinarea calității apei în localitatea de baştină;
2. evidențierea problemelor din localitatea de baştină referitoare la apă;
3. elaborarea unor modele de filtre pentru apă;
4. elaborarea unor recomandări privind soluționarea problemelor referitoare la apa din localitatea de baştină.

Domenii: Fizică, Geografie, Chimie, Biologie, Matematică, Informatică, Medicină, Ingenerie.

Colaboratori: profesorii de matematică, fizică, chimie, biologie, informatică, limba și l iteratura română.

Consultanți invitați*:* ingineri, medici, părinți.

***Produse finale*:**

1. componența chimică a apei;
2. reprezentări grafice;
3. recomandări pentru majorarea calității apei;
5. modele de filtre pentru apă;
6. propuneri pentru sisteme de aprovizionare cu apă;
7. propuneri pentru sisteme de canalizare;
8. propuneri pentru folosirea rațională a apei;
9. evidențierea importanței apei pentru sănătatea personală.

Tehnologii: utilizarea camerei video, calculatorul, Internetul ș.a.

Prezentarea și evaluarea rezultatelor*: Lecție de formare a capacităților de evaluare a cunoștințelor, *desfășurată în mod festiv după ore, utilizând prezentări Power Point, modele, grafice etc.

Menționăm că pentru realizarea proiectelor transdisciplinare de tipul STEM/STEAM elevii **nu trebuie să fie apreciați cu note.** Se recomandă aprecierea lor în stilul competițiilor sportive - ocuparea locurilor I, II, III etc., cu înmânarea medaliilor, diplomelor, cupelor ș.a. Participarea la astfel de proiecte ar trebui să producă doar plăcere elevilor.

Realizarea a astfel de proiecte transdisciplinare contribuie eficient la formarea și dezvoltarea atât a competențelor specifice disciplinelor STEM, cât și a competențelor-cheie. Elevii lucrează în echipă, experimentează, investighează, negociază, respectă opinia celorlalți, valorizează progresul, manifestă spirit de competiție constructivă. Au, așadar, o atitudine transdisciplinară. Evidențiem că disciplinele STEM – matematica, fizica, chimia, biologia, informatica, formează abilități de gândire critică, sporesc interesul pentru domeniile tehnice și inginerești, contribuie la formarea noii generații, capabile să genereze inovații. Competența științifică, formată-dezvoltată prin cunoștințele complexe, teoretice și aplicative, proprii educației STEM, poate fi valorificată la fiecare activitate de instruire formală (lecție etc.) și nonformală (organizată conform curriculumului nonformal, opțional, facultativ), prin alegerea metodelor didactice adecvate.

O nouă variantă a modelului educației STEM este **educația STEAM** – *Educația prin: Științe (ale naturii) – Tehnologie (Științe aplicate) – Inginerie – Artă – Matematică și Informatică (necesare pentru validarea, demonstrarea și exprimarea analitico-sintetică a rezultatelor obținute).* Concepția STEAM promovează concentrarea asupra dezvoltării abilităților socioemoționale ale elevilor – inteligența socială și cea emoțională, creativitatea, colaborarea și gândirea critică, acestea fiind îmbinate, la rândul lor, cu abilitățile tehnice. Educația STEAM îi pregătește pe elevi nu doar să înțeleagă știința, tehnologia, ingineria și matematica, dar și să știe cum să aplice principiile fiecăreia dintre aceste discipline pentru o rezolvare creativă a problemelor.

Deci, abordarea transdisciplinară prin proiecte STEM/STEAM implică analiza și rezolvarea situațiilor noi care incită curiozitatea elevilor, motivează, inspiră și susține învățarea autentică. Implicarea activă a elevilor are ca rezultat o responsabilizare crescută pentru ceea ce fac sau inițiază și susține învățarea durabilă pe tot parcursul vieții.

Ca rezultat, prin proiecte STEM/STEAM, elevii sunt implicați în situații de învățare autentice, semnificative, care includ proiectarea, realizarea, testarea, reflectarea și documentarea. Astfel:

- se dezvoltă gândirea critică și autocritică a elevului;
- se încurajează inovația;
- se dezvoltă capacitatea de a colabora și a comunica eficient cu ceilalți atunci când abordează o problemă și când formulează soluții;
- se produce înțelegerea prin experimentare;

- sporește motivația pentru învățare [4].

La etapa actuală deja, în afara disciplinelor clasice, în unele țări, în special cele nordice (de exemplu, Finlanda), s-a trecut la introducerea unor teme transversale, la activitatea prin proiecte, la intersecția în curriculum a unor noi dimensiuni ale educației. Ca expresie a acestei integrări, **temele cross-curriculare** reprezintă unități de studiu care permit explorarea unor probleme semnificative ale ceea ce putem numi „viață reală”. Și Republica Moldova prin Curricula la clasele primare (ediția 2018) deja a introdus pentru studiere în procesul educațional teme transversale din perspectiva formării competențelor-cheie și realizării transdisciplinarității [2].

Următoarele generații ale curricula școlare în Republica Moldova trebuie să fie elaborate în contextul a două tipuri de curriculum - ***Curriculum transdisciplinar*** și ***Core curriculum.***

În concluzie, menționăm că disciplina **Matematica** trebuie să rămână, și în perspectivă, o disciplină monodisciplinară în Planul Cadru de învățământ al școlii, însă învățarea matematicii va fi, în mod obligatoriu, și transdisciplinară.

Bibliografie

1. Codul Educației al Republicii Moldova. Chișinău, 2014.
2. Ministerul Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova .Curriculum Național. *Învățământul primar.* Aprobat prin Ordinul MECC nr. 1124 din 20 iulie 2018. mecc.gov.md/sites/default/files/matematica_primare_ro.pdf
3. Ministerul Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova. Curriculum național. *Matematică.Clasele V-IX. Curriculum disciplinar. Ghid de implementare.* Chișinău, 2020. mecc.gov.md/sites/default/files/matematica_gimnaziu_ro.pdf
4. Ministerul Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova. Curriculum național. *Matematică.Clasele X-XII. Curriculum disciplinar. Ghid de implementare.* Chișinău, 2020. mecc.gov.md/sites/default/files/matematica_liceu_ro.pdf
5. NICOLESCU, B. Transdisciplinaritatea: Manifest. Iași: Junimea, 2007. ISBN 978-973-719-456-5.
6. IANCU, E. *Proiectarea de activități de învățare intra-, inter- și transdisciplinare* [online]. Disponibil: http://forum.portal.edu.ro/index.php?act=Attach&type=post&id=1606731

CZU: 378.147:531.7[512+514+515.1]

ACTIVITĂȚI DIDACTICE ÎN CADRUL LABORATORULUI *PROBLEME ACTUALE ÎN ALGEBRĂ, GEOMETRIE ȘI TOPOLOGIE*

Dorin AFANAS, dr., conf. univ.
Universitatea de Stat din Tiraspol, Moldova

Rezumat. În acest articol sunt prezentate unele activități didactice în cadrul laboratorului *Probleme actuale în Algebră, Geometrie și Topologie*. Activitățile prezentate permit studenților să facă cunoștință cu practicile de știință, conceptele transversale, etc.

Abstract. In this article are presented some teaching activities in the laboratory Current problems in Algebra, Geometry and Topology. The presented activities allow students to get acquainted with science practices, transversal concepts, etc.

Cuvinte cheie: vehicul aerian fără pilot, viteză, distanță, timp, înălțime, unghi, concepte transversale.
Keywords: unmanned aerial vehicle, speed, distance, time, height, angle, transversal concepts.

Digitalizarea integrează foarte rapid activitățile omului modern. Pentru a răspunde noilor provocări societale sunt necesare cunoștințe din diferite domenii, iar aceasta din urmă necesită modele pedagogice de predare-învățare-evaluare moderne ce corespund cerințelor înaintate. Unul din aceste modele poate fi educația STE(A)M.

Abrevierea STEM a fost propusă încă în anul 2001 și înseamnă Știință, Tehnică, Inginerie și Matematică. Aceste discipline au fost combinate într-un singur termen, reflectând abordarea interdisciplinară a educației STEM. Dacă dorim profesii de prestigiu pe piața muncii de astăzi, acestea se află cel mai probabil la intersecția diferitelor discipline și necesită cel puțin cunoștințe de bază în domeniul tehnologiilor informaționale. Pe lângă nevoia evidentă de a trece la tehnologia digitală, educația STEM contribuie la dezvoltarea unui set de competențe care sunt foarte apreciate de către angajator. Acestea includ rezolvarea problemelor, gândirea critică și munca în echipă. Vom putea învăța să înțelegem cu ușurință relațiile cauzale, vom putea opera cu datele și le vom trata în mod obiectiv.

Deși educația STEM include mai multe domenii, unii cercetători o consideră limitată și lipsită de creativitate. Din acest motiv, se insistă asupra necesității de a încorpora formarea artistică în educația STEM. Acest lucru poate fi explicat prin faptul că arta decorativă și aplicată stimulează gândirea creativă, care poate fi utilă în situațiile în care trebuie să cream inovații, să descoperim. Astfel, dacă dorim să fim în avangarda tehnologiilor, să avem o profesie de prestigiu, să putem răspunde necesităților viitorului este necesar să implementăm în societatea modernă alfabetizarea STEAM (Știință, Tehnică, Inginerie, Artă și Matematică).

Educația STE(A)M necesită elaborarea și implementarea unor modele pedagogice inovatoare ce integrează știința, tehnica, ingineria, arta și matematica. Un astfel de model pedagogic poate fi modelul care leagă educația pentru drone cu dezvoltarea competențelor secolului XXI.

Termenul ”dronă”, până nu demult, avea o reputație proastă. În mass-media era asociat cu lovituri aeriene militare și război, iar mai apoi și cu lovituri teroriste.

Cu toate acestea, dacă analizăm mai profund, putem observa că dronele sunt mai mult decât niște arme. Aceste aparate, la momentul de față, sunt utilizate de către zeci de mii de pasionați ca hobby, precum și de organizații din întreaga lume ca mod plăcut de petrecere a timpului liber, dar mai ales în cercetare, știință, învățământ, agricultură, cartografie, etc și chiar pentru a salva vieți omenești.

Astfel putem cu siguranță afirma că nu dronele prezintă prin sine o armă, ce mai degrabă o armă prezintă intenția persoanei în mâinile căruia se află un astfel de aparat.

În termini tehnici, numeroși oameni definesc dronele sau UAV-urile ca vehicule aeriene fără echipaj uman având capacitatea de a zbura autonom de la decolare până la aterizare.

Pentru a pilota o dronă sunt necesare cunoștințe din diferite domenii: matematică, fizică, informatică, geografie, meteorologie, aerodinamică, cinematografie, etc. precum și deprinderi de pilotare formate până la automatizm.

Dronele pot fi utilizate ca instrument eficient în creșterea atractivității disciplinelor STE(A)M deoarece au aplicații în diverse domenii.

Cu scopul creșterii atractivității față de științele exacte, în particular, față de matematică, cu scopul implementării educației STEAM, prezentăm în continuare două modele pentru activități de laborator legate de aplicarea vehiculelor aeriene fără pilot în cadrul disciplinelor matematice: Algebra și Geometria.

Lucrare de laborator Nr. 1.

Determinarea vitezei maxime de zbor a unui vehicul aerian fără pilot

Materiale necesare:

- Vehicul aerian fără pilot (UAV).
- Teren/sală de sport cu distanțe marcate.
- Cronometre.
- Mai mulți studenți care vor cronometra timpul (numiți observatori sau temporizatori).
- Instrucțiuni pentru studenți.

Instrucțiuni:

Cadrul didactic explică că se va lua în considerație numai timpul de zbor, dar nu și timpul necesar decolării. Zborul se va realiza după o linie dreaptă. Împreună cu studenții va stabili dependența vitezei de distanța parcursă și timp. Va solicita studenților să creeze un tabel pentru înregistrarea datelor despre distanța parcursă și timpul chieltuit. De asemenea tabelul va conține și datele despre viteza calculată pentru fiecare zbor. Tabelul are forma de mai jos:

	Distanța (*m*)	Timpul (*s*)	Viteza calculată (*m*/*s*)
Primul zbor			
Al doilea zbor			
Al treilea zbor			
Al patrulea zbor			
Al cincelea zbor			

Pentru completarea acestui tabel cadrul didactic va cere studenților:

- să realizeze mai multe zboruri;
- să calculeze și să includă în tabel viteza medie pentru fiecare zbor;
- după completarea tabelului să prezinte rezultatele obținute colegilor.

Pentru a răspunde la întrebarea ce activități trebuie să realizăm pentru a determina viteza maximă de zbor a unui vehicul aerian, cadrul didactic scoate în evidență următoarele întrebări:

- Cum putem măsura viteza medie a vehiculului aerian pe o distanță dată fără a include timpul necesar decolării ?
- Care este distanța minimă pe care trebuie să o parcurgă vehiculul aerian în fiecare test pentru obținerea unei estimări cât mai exact posibil a vitezei maxime de zbor a lui ?
- Cum credeți care va fi distanța perfectă pentru testare și din ce cauză ?
- Rezultatele temporizatorilor sunt aceleași sau diferă puțin ?
- Care sunt limitele practice ale vitezei UAV-ului ?
- Dacă realizăm un zbor cu viteza maximă stabilită recent, cât timp va fi necesar ca UAV-ul să zboare pentru a ieși din raza efectivă al controlerului său ?
- De câte încercări separate veți avea nevoie pentru a fi încrezător în răspunsul final ?

După răspunsul la aceste întrebări se poate de realizat activități cu un grad sporit de dificultate ce pune în evidență următoarele probleme:

- Ce dispozitive aflate în sală sau amplasate pe vehiculul aerian pot interfera cu testele dumneavoastră ?
- Cum v-ați putea adapta așa încât fiecare test să decurgă normal ?

În final, cadrul didactic va cere studenților să prezinte un referat ce reflectă activitățile realizate.

Astfel, în cadrul acestei lucrări de laborator studenții fac cunoștință cu:

- Practicile de știință:
  - formularea întrebărilor și rezolvarea problemelor;
  - planificarea și realizarea cercetărilor;
  - analiza și interpretarea datelor;
  - aplicarea matematicii;
  - obținerea, evaluarea și prezentarea informațiilor.
- Concepte transversale:
  - scara;
  - proporția;
  - cantitatea.

Această lucrare de laborator poate fi puțin modificată, cerând studenților să verifice dependența funcțională viteză-distanță-timp. Cu acest scop vehiculul aerian se programează cu ajutorul codurilor Swift, Python sau Scratch să realizeze un zbor pe o distanță fixată cu o viteză constantă. De asemenea trebuie să avem în posesie și un cronometru.

Lucrare de laborator Nr. 2.

Determinarea înălțimii de zbor a unui vehicul aerian fără pilot

Materiale necesare:

Figura 1. Inclinometru

- Vehicul aerian fără pilot.
- Teren de fotbal cu distanțe marcate sau o bandă de marcare.
- Calculator științific cu funcții trigonometrice.
- Dispozitiv pentru determinarea măsurii unghiurilor față de înălțime:
  - Aplicație pe smartphone.
  - Inclinometru (vezi fig. 1).
- Un student/mai mulți studenți care vor realiza măsurările (numiți observatori).
- Instrucțiuni pentru studenți.

Instrucțiuni:

Înainte de a începe activitatea, cadrul didactic va încuraja studenții să vină cu idei proprii aferente măsurării înălțimii. De exemplu, se poate de sugerat studenților ca să realizeze un zbor lângă un obiect cu înălțimea cunoscută, cum poate fi un stâlp sau o clădire.

După familiarizarea cu ideile proprii ale studenților, cadrul didactic va solicita studenților să creeze un tabel care va conține măsurătorile efectuate și rezultatele calculelor. Tabelul are forma de mai jos:

	Distanța de la pista de decolare până la observator (*m*)	Măsura unghiului față de pista de decolare (^{0})	Măsura unghiului față de vehiculul aerian (^{0})	Înălțimea vehiculului aerian (*m*)
EXEMPLU	10	12^0	45^0	12,12
TESTUL 1				
TESTUL 2				
TESTUL 3				
TESTUL 4				

Pentru colectarea datelor se va stabili o zonă de zbor, așa încât observatorul să se afle la o distanță cunoscută față de pista de decolare, de exemplu 10 metri.

Studentul-pilot va manevra vehiculul aerian, iar observatorul va folosi un inclinometru sau o aplicație de nivel pe un dispozitiv inteligent pentru măsurarea și înregistrarea:

– măsurii unghiului față de locul decolării: studenții vor folosi valoarea dată pentru calcularea înălțimii ochilor de asupra solului (fig. 2):

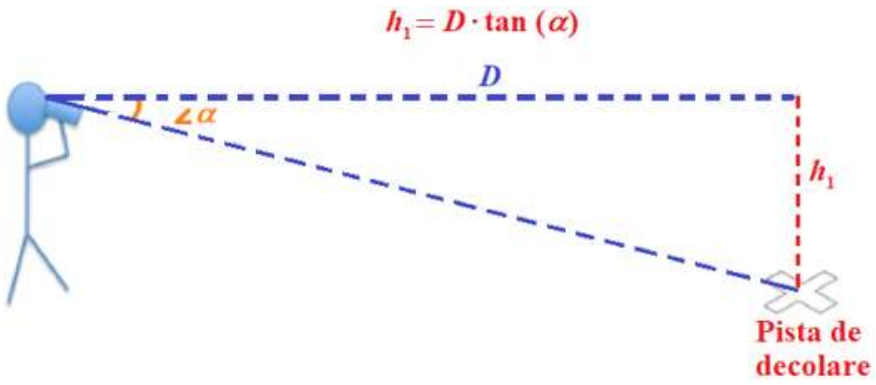


Figura 2. Măsurarea unghiului în raport cu pista de decolare

– măsurii unghiului față de vehiculul aerian fără pilot: studenții vor folosi valoarea dată pentru calcularea înălțimii vehiculului aerian deasupra nivelului ochilor (fig. 3).

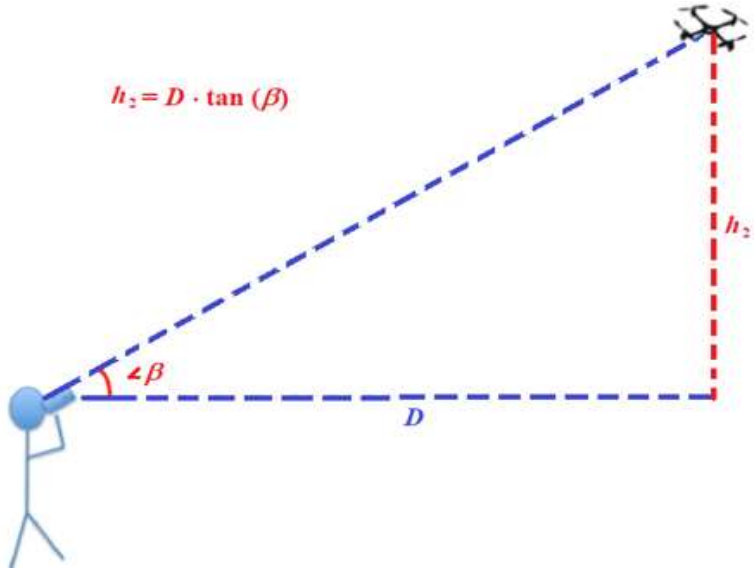


Figura 3. Măsurarea unghiului în raport cu vehiculul aerian fără pilot

Cadrul didactic va cere studenților să folosească funcția tangentă (tan) de pe calculatorul științific și să aplice formula referitor la tangentă într-un triunghi dreptunghic.

Studenții vor utiliza cele două măsurători ale măsurilor unghiurilor pentru determinarea înălțimii vehiculului aerian. În imaginea de mai jos (fig. 4) se arată că lungimea înălțimii H a vehiculului aerian este egală cu suma lungimilor înălțimilor ochilor deasupra solului (h_1) și deasupra nivelului ochilor (h_2).

De exemplu, dacă $D = 10\ m$, $\alpha = 12^0$ și $\beta = 45^0$, atunci

$$h_1 = D \cdot \tan(12^0) = 10 \cdot 0{,}212 = 2{,}12\ (m),\ h_2 = 10 \cdot \tan(45^0) = 10 \cdot 1 = 10\ (m),$$

$$H = h_1 + h_2 = 2{,}12\ (m) + 10\ (m) = 12{,}12\ (m).$$

După realizarea acestor activități cadrul didactic scoate în evidență următoarele întrebări:

- De câte încercări aveți nevoie pentru a vă simți încrezut că răspunsul final este corect ?
- Unde pot să aplic informațiile despre înălțimea unui vehicul aerian fără pilot ? (De exemplu, cum putem să ne asigurăm că realizăm zborul întotdeauna la aceeași înălțime?)
- Cum altfel putem utiliza tehnica și informațiile obținute pentru estimarea înălțimii ?
- Care alte dispozitive, obiecte am putea folosi pentru a măsura înălțimea ?

- Cum putem determina înălțimea dacă vehiculul aerian fără pilot nu posedă unitatea GPS?

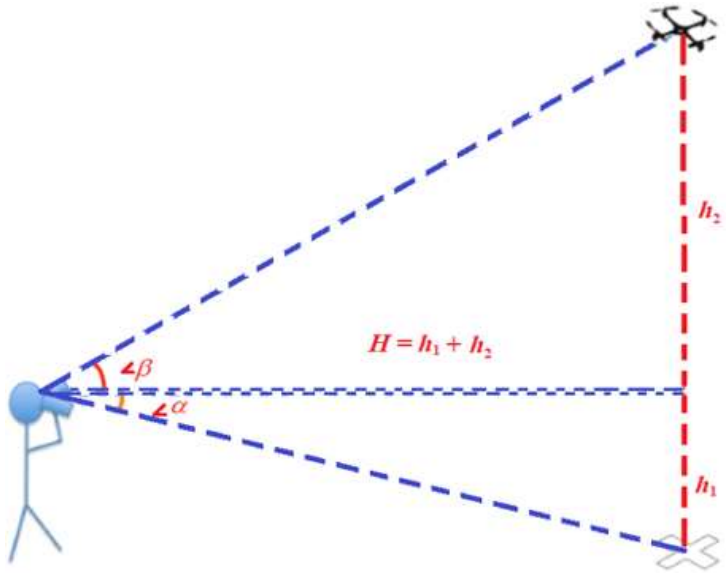


Figura 4. Determinarea înălțimii de zbor a vehiculului aerian fără pilot

În final, similar Lucrării de laborator Nr. 1, cadrul didactic va cere studenților să prezinte un referat ce reflectă activitățile realizate.

Astfel, în cadrul acestei lucrări de laborator, ca și în cadrul primei, studenții fac cunoștință cu:

- Practicile de știință:
  - formularea întrebărilor și rezolvarea problemelor;
  - planificarea și realizarea cercetărilor;
  - analiza și interpretarea datelor;
  - aplicarea matematicii;
  - obținerea, evaluarea și prezentarea informațiilor.
- Concepte transversale: scara; proporția; cantitatea.

Articol elaborat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)”, inclus în „Program de Stat” (2020-2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20.

Bibliografie

1. AFANAS, D. *Metodologia implementării dronelor în procesul educațional general din perspectiva STEAM*. Chișinău: Universitatea de Stat din Tiraspol, 2020, 108 p.
2. AFANAS, D. Necesitatea alfabetizării STEAM. În: *Materialele Congresului ştiinţific internaţional Moldo-Polono-Român: Educaţie – Politici – Societate*. Chișinău-Cracovia, 14 – 15 mai 2021, p. 184 – 190.

CZU: 37.016:511.178

APLICAȚIILE REGULILOR ȘI PRINCIPIILOR DIN COMBINATORICĂ

Dorin AFANAS, dr., conf. univ.
Dumitru COZMA, dr. hab., prof. univ.
Universitatea de Stat din Tiraspol

Rezumat. În prezentul articol sunt cercetate aplicațiile regulilor și principiilor din combinatorică. Sunt cercetați subfactorialii și problema generală a permutărilor. Se demonstrează formula subfactorialilor prin două metode.

Abstract. This article investigates the applications of combinatorics rules and principles. Subfactories and the general issue of permutations are being investigated. The formula of the subfactories is proved by two methods.

Cuvinte cheie: combinatorică, permutare, subfactorial, problemă.
Keywords: combinatorial, permutation, subfactorial, problemă.

Prezentare generală. Specialiștii diferitelor domenii pe parcursul activității sunt nevoiți să rezolve probleme ce conțin diferite combinații din litere, cifre și alte obiecte. Managerul unei firme trebuie să distribuie mai multe tipuri de activități, fermierul – să semene culturi agricole pe mai multe câmpuri, prodecanul – să alcătuiască orarul lecțiilor, savantul-chimist – să ia în considerație posibilele legături între atomi și molecule, lingvistul – să ia în considerație diferite variante de semnificații ale literelor unei limbi străine, etc.

Domeniul matematicii în care se cercetează câte combinații diferite, ce satisfac unor sau altor condiții putem alcătui din obiectele date, se numește *combinatorică*.

Combinatorica se ocupă cu studiul mulțimilor (de obicei finite) de obiecte și modalitățile de a le „combina” sau asocia, sau pune laolaltă [1, 2, 3].

Problemele „tipice” ale combinatoricii sunt:

- determinarea numărului de elemente ale unei mulțimi sau submulțimi;
- precizarea elementelor unei mulțimi sau submulțimi;
- determinarea numărului de moduri de a alege elemente dintr-o mulțime;
- determinarea numărului de moduri de a combina elementele unei/unor mulțimi;
- etc.

Regula produsului. Deseori, la realizarea combinațiilor din două elemente, este cunoscut faptul în câte moduri putem alege primul element și în câte moduri al doilea element, precum modurile de alegere a elementului al doilea nu depinde de modurile de alegere a primului element. Admitem că primul element poate fi ales în m moduri, iar elementul al doilea în n moduri. Atunci perechea formată din aceste două elemente poate fi aleasă în mn moduri. Cu alte cuvinte: *dacă obiectul A poate fi ales în m moduri și de fiecare dată după o astfel de alegere obiectul B poate fi ales în n moduri, atunci alegerea perechii* (A, B) *în ordinea indicată poate fi realizată în mn moduri*.

Pentru a demonstra regula produsului, observăm că fiecare din m moduri de alegere a obiectului A poate fi combinat cu n moduri de alegere a obiectului B, fapt care ne conduce la mn moduri de alegere a perechii (A, B).

Regula produsului poate fi ilustrată cu ajutorul tabelului de mai jos:

$$\begin{array}{|ccc|}
\hline
(A_1, B_{11}) & \cdots & (A_1, B_{1n}) \\
(A_2, B_{21}) & \cdots & (A_2, B_{2n}) \\
\dots & \dots & \dots \\
(A_i, B_{i1}) & \cdots & (A_i, B_{in}) \\
\dots & \dots & \dots \\
(A_m, B_{m1}) & \cdots & (A_m, B_{mn}) \\
\hline
\end{array}$$

În tabelul de mai sus, prin A_1, A_2, ..., A_m am notat m moduri de alegere a obiectului A, iar prin B_{1n}, B_{2n}, ..., B_{mn} – n moduri de alegere a obiectului B, dacă obiectul A a fost ales în modul i.

Dacă modul de alegere a obiectului B nu depinde de modul alegerii obiectului A, atunci obținem un tabel mai simplu:

$$\begin{array}{|cccc|}
\hline
(A_1, B_1) & (A_1, B_2) & \cdots & (A_1, B_n) \\
(A_2, B_1) & (A_2, B_2) & \cdots & (A_2, B_n) \\
\dots & \dots & \dots & \dots \\
\multicolumn{2}{c}{(A_m, B_1)} & \multicolumn{2}{c}{(A_m, B_2)} \\
\multicolumn{2}{c}{\cdots} & \multicolumn{2}{c}{(A_m, B_n)} \\
\hline
\end{array}$$

Exemplul 1. Dan și Alexandru trebuie să participe la o cursă de drone. Antrenorul a pregătit 9 drone. În câte moduri se pot aloca dronele celor doi piloți ?

Rezolvare. Alocarea se poate descompune în două operații distincte: alocarea unei drone pentru Dan, urmată de alocarea unei drone pentru Alexandru. Atunci există 9 alternative pentru prima operație deoarece sunt 9 drone în total. Pentru operația a doua există numai 8 alternative deoarece o dronă a fost deja alocată lui Dan. Conform regulii produsului obținem $9 \cdot 8 = 72$ (variante).

Regula sumei. Fiind date două mulțimi A și B, dacă există X moduri de a alege un element din A și Y moduri de a alege un element din B, atunci există $X + Y$ moduri de a alege un element care să aparțină uneia dintre cele 2 mulțimi. Aici se are în vedere că nici o alegere din A nu coincide cu nici o alegere din mulțimea B.

Generalizarea acestei reguli este: Fiind date n mulțimi A_1, A_2, …, A_n, dacă există x_1 moduri de a alege un element din mulțimea A_1, x_2 moduri de a alege un element din mulțimea A_2, …, x_n moduri de a alege un element din mulțimea A_n, atuni există $x_1 + x_2 + \ldots + x_n$ moduri de a alege un element care să aparțină uneia din cele n mulțimi.

Exemplul 2. Mihai are 5 oferte de la echipe din Anglia, 3 oferte de la echipe din Spania și 8 oferte de la echipe din Italia. În câte moduri poate alege o ofertă ?

Rezolvare. Poate alege în 5 moduri o ofertă din Anglia, în 3 moduri o ofertă din Spania și în 8 moduri o ofertă din Italia. Conform regulii sumei sunt $5 + 3 + 8 = 16$ variante de a alege o ofertă.

Exemplul 3. Andrei scrie un program în care numele variabilelor folosite conțin cel mult 3 caractere (litere mari, litere mici și cifre). Câte variabile poate declara dacă primul caracter al variabilei trebuie să fie obligatoriu o literă ? (sunt 10 cifre, 26 litere mari, 26 litere mici și se face deosebire între literele mari și literele mici).

Rezolvare. Procedăm în modul următor:

- notăm cu N_1 numărul de variabile de lungime 1, cu N_2 numărul de variabile de lungime 2 și cu N_3 numărul de variabile de lungime 3;
- $N_1 = 52$, deoarece există 52 de moduri de a declara o variabilă de lungime 1 (26 litere mari + 26 litere mici);
- $N_2 = 52 \cdot 62 = 3224$, deoarece există 52 de moduri de a alege primul caracter al variabilei și 62 de moduri de a alege al doilea caracter al variabilei (26 litere mari + 26 litere mici + 10 cifre).

Conform regulii produsului într-adevăr obținem $N_2 = 52 \cdot 62 = 3224$.

- $N_3 = 52 \cdot 62 \cdot 62 = 199888$, deoarece există 52 de moduri de a alege primul caracter al variabilei, 62 de moduri de a alege al doilea caracter al variabilei (26 litere mari + 26 litere mici + 10 cifre) și 62 de moduri de a alege al treilea caracter al variabilei (26 litere mari + 26 litere mici + 10 cifre). Astfel, conform regulii produsului, $N_3 = 52 \cdot 62 \cdot 62 = 199888$.
- Conform regulii sumei în total pot fi declarate 52 + 3224 + 199888 = 203164 de variabile.

Principiul includerii și excluderii. Fiind date două mulțimi A și B, care pot avea elemente comune. Dacă există X moduri de a alege un element din A și Y moduri de a alege un element din B, atunci există $X + Y - |X \cap Y|$ moduri de a alege un element care să aparțină uneia dintre cele 2 mulțimi, unde $|X \cap Y|$ reprezintă numărul de elemente comune care pot fi selectate.

Atunci când mulțimile au elemente comune prin regula sumei elementele comune sunt alese (incluse) de două ori, de aceea acestea trebuie excluse ulterior din soluție.

Subfactorialii. Numerele

$$D_n = P_n - C_n^1 P_{n-1} + C_n^2 P_{n-2} - \cdots + (-1)^n C_n^n \qquad (1)$$

se numesc *subfactoriali*, deoarece posedă multe proprietăți ale factorialului. De exemplu, pentru factoriali este justă egalitatea:

$$n! = (n-1)[(n-1)! + (n-2)!]. \qquad (2)$$

Într-adevăr

$$(n-1)[(n-1)! + (n-2)!] = (n-1)(n-2)!\, n = n!\,.$$

Vom demonstra că aceeași egalitate este justă și pentru subfactorialii D_n, adică vom demonstra justețea egalității:

$$D_n = (n-1)[D_{n-1} + D_{n-2}]. \qquad (3)$$

Aplicând formula (1) obținem:

$$(n-1)[D_{n-1}+D_{n-2}] = (n-1)[(n-1)!+(n-2)!] \times$$
$$\times \left[1-\frac{1}{1!}+\frac{1}{2!}-\frac{1}{3!}+\cdots+\frac{(-1)^{n-2}}{(n-2)!}\right]+(-1)^{n-1}(n-1).$$

Însă conform formulei (2):

$$(n-1)[(n-1)!+(n-2)!] = n!\,,$$

iar

$$(-1)^{n-1}(n-1) = n!\left[\frac{(-1)^{n-1}}{(n-1)!}+\frac{(-1)^{n}}{n!}\right].$$

Astfel,

$$(n-1)[D_{n-1}+D_{n-2}] = n!\left[1-\frac{1}{1!}+\frac{1}{2!}-\frac{1}{3!}+\cdots+\frac{(-1)^{n-2}}{(n-2)!}+\frac{(-1)^{n-1}}{(n-1)!}+\frac{(-1)^{n}}{n!}\right] = D_n.$$

Egalitatea (3) poate fi demonstrată utilizând raționamente pur combinatorice. Cercetăm toate permutările în care toate elementele sunt deplasate. Primul loc în asemenea permutări îl poate ocupa orice element cu excepția primului. Deoarece numărul elementelor rămase este egal cu $n-1$, atunci D_n permutări sunt divizate în $n-1$ grupe în dependență de faptul care element ocupă prima poziție. Este clar, că în fiecare grupă numărul de elemente va fi egal.

Calculăm câte elemente sunt în una din grupe, de exemplu în grupa unde prima poziție o ocupă elementul al doilea. Această grupă o divizăm în două clase: una – în care primul element se află pe locul al doilea, iar alta – toate celelalte elemente. Dacă primul element a ocupat poziția a doua, iar al doilea element – prima poziție, atunci cele $n-2$ elemente le putem permuta în orice mod cu condiția ca nici unul din ele să nu ocupe poziția sa. Aceasta poate fi realizat în D_{n-2} moduri. Deci prima clasă constă din D_{n-2} permutări.

Demonstrăm în continuare, că a doua clasă constă din D_{n-1} permutări.

Într-adevăr, în clasa a doua vor intra numai permutările, în care primul element nu se află pe poziția a doua, iar celelalte elemente nu se află pe pozițiile sale. Dacă temporar vom considera că poziția a doua este ”legitimă” pentru primul element, vom obține că primul element, al treilea, al patrulea, ..., elementul n nu se află pe pozițiile sale. Deoarece numărul acestor elemente este $n-1$, atunci în clasa a doua sunt D_{n-1} permutări. Dar atunci întreaga grupă conține $D_{n-1}+D_{n-2}$ permutări. Deoarece mulțimea tuturor permutărilor deplasate conține $n-1$ grupe, rezultă că ea conține $(n-1)[D_{n-1}+D_{n-2}]$ permutări. Egalitatea (3) este demonstrată.

Din egalitatea (3) rezultă:

$$D_n - nD_{n-1} = -[D_{n-1}-(n-1)D_{n-2}].$$

Cu schimbarea lui n ultima egalitate își schimbă numai semnul. Aplicând această egalitate de câteva ori, vom obține că

$$D_n - nD_{n-1} = (-1)^{n-2}[D_2-2D_1].$$

Însă $D_2 = 1$ și $D_1 = 0$. Prin urmare, $D_n = nD_{n-1}+(-1)^n$. Formula obținută ne amintește de formula $n! = (n-1)!\cdot n$. Prezentăm în continuare valorile primelor 12 subfactoriali:

n	D_n
1	0
2	1
3	2
4	9
5	44
6	265
7	1854
8	14833
9	133496
10	1334961
11	14684570
12	176214841

Problema permutărilor în combinatorică. Aflați numărul permutărilor D_n din n elemente la care nici un element nu rămâne în poziția inițială.

Răspunsul la această întrebare îl putem da cu ajutorul formulei:

$$D_n = P_n - C_n^1 P_{n-1} + C_n^2 P_{n-2} - \cdots + (-1)^n C_n^n = n!\left(1 - \frac{1}{1!} + \frac{1}{2!} - \cdots + \frac{(-1)^n}{n!}\right). \quad (4)$$

Persoanele cunoscute cu teoria seriilor recunoaște expresia din paranteze ca suma parțială a descompunerii e^{-1}.

Dacă generalizăm formula (4), atunci pentru $n = 0$, natural, vom considera $D_0 = 1$.

Numărul permutărilor la care exact r elemente rămân în pozițiile inițiale, iar celelalte $n–r$ își schimbă pozițiile poate fi determinat prin intermediul formulei:

$$D_{n,r} = C_n^r D_{n-r}. \quad (5)$$

Într-adevăr, mai întâi trebuie să alegem care r elemente rămân în pozițiile inițiale. Aceasta poate fi realizat în C_n^r moduri. Celelalte $n - r$ elemente le putem permuta în diferite moduri, cu condiția ca nici unul din ele să nu-și păstreze poziția inițială. Aceasta poate fi realizat în D_{n-r} moduri. Conform regulii produsului vom obține că numărul total de permutări cerute este $C_n^r D_{n-r}$.

Descompunem toate permutările pe clase în dependență de faptul câte elemente rămân fixe la permutarea dată. Deoarece numărul tuturor permutărilor este egal cu $n!$, atunci obținem următoarea identitate:

$$n! = \sum_{r=0}^{n} D_{n,r} = \sum_{r=0}^{n} C_n^r D_{n-r}. \quad (6)$$

O altă identitate, ce stabilește legătura dintre $P_n = n!$ și numărul $D_{n,r}$, se obține în modul următor: considerăm toate permutările P_n a elementelor $a_1, a_2, ..., a_n$ și calculăm câte elemente în toate permutările rămân pe pozițiile lor. Acest calcul poate fi realizat în două moduri. În primul, observăm, că dacă elementul a_1 rămâne în poziția inițială, atunci celelalte elemente le putem permuta în $P_{n-1} = (n-1)!$ moduri. De aceea în $(n-1)!$ permutări elementul a_1 se

va afla pe poziția întâi. Analog, în $(n-1)!$ permutări elementul a_2 se va afla pe poziția a doua, etc. În total obținem $n(n-1)! = n!$ elemente ce se află în pozițiile inițiale.

Însă numărul acestor elemente poate fi calculat și în alt mod. Numărul permutărilor în clasa r, adică în clasa în care r elemente se află pe pozițiile lor este egal cu $D_{n,r}$. Fiecare astfel de permutare ne dă r elemente fixe. De aceea numărul total al elementelor fixe în permutările clasei r va fi egal cu $rD_{n,r}$ și deci în total vom obține $\sum_{r=0}^{n} rD_{n,r}$ elemente fixe. Astfel am demonstrat identitatea:

$$n! = \sum_{r=0}^{n} rD_{n,r} = \sum_{r=0}^{n} rC_n^r D_{n-r}. \qquad (6^{/})$$

Principiul includerii și excluderii ne permite să rezolvăm și așa problemă: determinați numărul permutărilor din n elemente, în care r elemente sunt deplasate (iar celelalte elemente pot fi atât deplasate cât și pe pozițiile lor). Răspunsul îl putem obține prin intermediul formulei:

$$n! - C_r^1(n-1)! + C_r^2(n-2)! - \cdots + (-1)^r(n-r)!\,.$$

Acest articol a fost elaborat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)”, Programul „Program de stat” (2020- 2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20

Bibliografie

1. ВИЛЕНКИН Н. Я. *Комбинаторика*. Москва: Издательство «Наука». Главная редакция физико-математической литературы, 1969, 328 стр.
2. https://www.hackerearth.com/practice/math/combinatorics/basics-of-combinatorics/tutorial/
3. www.wikipedia.org

CZU: 37.015+51:528

MATEMATICA AERIANĂ ÎN CONCEPT STEAM

Dorin AFANAS, dr., conf. univ.
Loredana GARBUZ, masterand, anul II
Universitatea de Stat din Tiraspol

Rezumat. Un rol important în performanța vehiculului aerian fără pilot îl joacă consumul de energie și distanța parcursă. Acești factori mereu suntem nevoiți să-i luăm în considerație și nici într-un caz nu-i putem neglija. Din aceste considerente pentru a ajunge din punctul *A* în punctul *B*, mereu vom fi nevoiți să căutăm calea cea mai scurtă. În articolul dat sunt prezentate metode pentru determinarea celei mai scurte traiectorii a unui vehicul aerian fără pilot. Pentru unele din ele sunt necesare cunoștințe profunde din matematica superioară, iar pentru altele sunt suficiente cunoștințe din matematica elementară.

Abstract. An important role in the performance of the unmanned aerial vehicle is played by energy consumption and distance traveled. We always have to take these factors into account and we cannot neglect them in any case. For these reasons, in order to get from point A to point B, we will always have to look for the shortest way. This article presents methods for determining the shortest trajectory of an unmanned aerial vehicle. Some of them require deep knowledge of higher mathematics, and others require sufficient knowledge of elementary mathematics.

Cuvinte cheie: derivată, linie frântă, valoarea funcției, traiectorie, zbor, vehicul aerian fără pilot.
Keywords: derivative, broken line, value of function, trajectory, flight, unmanned aerial vehicle.

Vehiculele aeriene fără pilot uman la bord, mai ales cele multirotor, motoarele căruia sunt bazate pe consumul energiei electrice, posedă un dezavantaj: sunt limitate de timpul de zbor. Majoritatea dintre ele se pot menține în aer cel mult 30 – 35 minute. Din această cauză este foarte important să cunoaștem cum putem planifica un zbor astfel încât traiectoria dintre punctele *A* și *B* să fie cea mai scurtă.

Tema cercetată aici pune în discuție anume problema menționată. Sunt prezentate diferite metode matematice de determinare a celei mai scurte traiectorii a unui vehicul aerian fără pilot uman la bord. În dependență de metoda aplicată, vor fi necesare cunoștințe din matematica superioară sau din matematica elementară.

Activitățile realizate în cadrul acestei teme facilitează conștientizarea aplicațiilor instrumentelor matematice la rezolvarea problemelor cu conținut cotidian atât la nivel gimnazial, liceal cât și la nivel de facultate.

Pentru a rezolva astfel de probleme studenții trebuie să posede următoarele cunoștințe și competențe din cadrul temelor:

- Teoria funcțiilor de mai multe variabile.
- Derivatele parțiale de ordinul întâi și doi ale funcțiilor de mai multe variabile.
- Algoritmul determinării extremelor funcțiilor de două variabile.
- Sistemul rectangular cartezian de coordonate în spațiu.
- Formula distanței dintre două puncte în spațiu.
- Ecuațiile dreptei în spațiu.
- Ecuațiile planului.

- Triunghiul dreptunghic.
- Teorema lui Pitagora.
- Rezolvarea triunghiurilor.

Se încep activitățile cu rezolvarea problemei de tipul: dependența funcțională $f(x) = \sqrt{x^2 + \alpha}$ ne caracterizează traiectoria matematică specifică a unui vehicul aerian fără pilot uman la bord din punctul *A* în punctul *B*, dependența funcțională $g(y) = \sqrt{y^2 + \beta}$ – din punctul *B* în punctul *C* și dependența funcțională $\varphi(z) = \sqrt{z^2 + \gamma}$ – din punctul *C* în punctul *D*.

Determinați:

a) traiectoria cea mai scurtă dintre punctele *A* și *D*, dacă variabilele *x*, *y* și *z* trebuie să satisfacă ecuației planului $ax + by + cz = \delta$;
b) expresia analitică în coordonate rectangulare carteziene a traiectoriei vehiculului aerian fără pilot uman la bord ce conține punctele *A*, *B*, *C* și *D*;
c) expresiile parametrice ale traiectoriei vehiculului aerian fără pilot uman la bord ce conține punctele *A*, *B*, *C* și *D*;
d) valorile parametrului *t* pentru fiecare dintre punctele *A*, *B*, *C* și *D*.

După realizarea acestor activități, problema de mai sus poate fi modificată propunându-se și rezolvându-se probleme cu un grad sporit de dificultate, în care obținem nu triunghiuri dreptunghice, dar triunghiuri arbitrare.

Problemă. Dependența funcțională $T(x) = \sqrt{x^2 + 1600}$ ne caracterizează traiectoria matematică a unui vehicul aerian fără pilot dintre punctele *O* și *A*, $T(y) = \sqrt{y^2 + 6400}$ – dintre punctele *A* și *B*, iar $T(z) = \sqrt{z^2 + 14400}$ – dintre punctele *B* și *C*.

Determinați:

a) traiectoria cea mai scurtă dintre punctele *O* și *C*, dacă variabilele *x*, *y* și *z* trebuie să satisfacă ecuația planului $x + y + z = 180$;
b) expresia analitică în coordonate rectangulare carteziene a celei mai scurte traiectorii a vehiculului aerian într-un plan paralel cu planul (*xOy*);
c) expresiile parametrice ale celei mai scurte traiectorii a vehiculului aerian;
d) valorile parametrului *t* pentru fiecare dintre punctele *O*, *A*, *B* și *C*.

După obținerea rezultatelor matematice:

e) programați în limbajul Scratch cu ajutorul blocurilor traiectoria vehiculului aerian;
f) realizați zborul la un simulator specializat conform traiectoriei programate;
g) realizați un zbor real cu un vehicul aerian educațional conform traiectoriei programate.

Rezolvare. Din condițiile problemei rezultă că traiectoria cea mai scurtă dintre punctele *O* și *C* va fi egală cu suma lungimilor traiectoriilor *OA*, *AB* și *BC*, adică $OC = OA + AB + BC$. Pentru determinarea celei mai scurte traiectorii a vehiculului aerian dintre punctele *O* și *C* vom prezenta două metode [1].

<u>Metoda 1.</u> Această metodă poate fi prezentată studenților care sunt cunoscuți cu teoria funcțiilor de mai multe variabile și extremele lor.

Pentru determinarea celei mai scurte traiectorii trebuie să cercetăm la extrem funcția de trei variabile $f(x; y; z) = \sqrt{x^2 + 1600} + \sqrt{y^2 + 6400} + \sqrt{z^2 + 14400}$, unde $x + y + z = 180$, adică trebuie să determinăm minimul ei. Această metodă ne conduce la calcule destul de voluminoase care sunt reflectate în continuare.

Deoarece $z = 180 - x - y$, atunci obținem funcția de două variabile:

$$f(x; y) = \sqrt{x^2 + 1600} + \sqrt{y^2 + 6400} + \sqrt{(180 - x - y)^2 + 14400}.$$

Derivatele parțiale de ordinul întâi ale acestei funcții sunt:

$$f_x^{/}(x; y) = \frac{x}{\sqrt{x^2 + 1600}} - \frac{180 - x - y}{\sqrt{(180 - x - y)^2 + 14400}},$$

$$f_y^{/}(x; y) = \frac{y}{\sqrt{y^2 + 6400}} - \frac{180 - x - y}{\sqrt{(180 - x - y)^2 + 14400}}.$$

Egalând aceste derivate cu zero: $f_x^{/}(x; y) = f_y^{/}(x; y) = 0$, vom primi

$$x\sqrt{y^2 + 6400} = y\sqrt{x^2 + 1600},\ x^2y^2 + 6400x^2 = x^2y^2 + 1600y^2,\ y^2 = 4x^2,\ y = \pm 2x.$$

Admitem că $y = 2x$. Atunci obținem ecuația

$$\frac{x}{\sqrt{x^2 + 1600}} - \frac{180 - 3x}{\sqrt{(180 - 3x)^2 + 14400}} = 0,$$

ce admite unica soluție $x = 30$. Dar atunci $y = 60$ și $z = 90$. Deci un punct staționar are coordonatele: (30; 60; 90).

Admitem acum $y = -2x$. Atunci primim ecuația:

$$\frac{x}{\sqrt{x^2 + 1600}} - \frac{180 + x}{\sqrt{(180 + x)^2 + 14400}} = 0,$$

de unde rezultă ecuația pătrată:

$$x^2 - 45x - 4050 = 0,$$

care admite soluțiile: $x_1 = -45$ și $x_2 = 90$. Dar atunci

$$y_1 = 90 \text{ și } y_2 = -180, \text{ iar } z_1 = 135 \text{ și } z_2 = 270.$$

Astfel am obținut trei puncte staționare:

(30; 60; 90), (–45; 90; 135) și (90; – 180; 270).

Aflăm valorile funcției $f(x; y; z)$ în punctele staționare:

$$f(30; 60; 90) = \sqrt{900 + 1600} + \sqrt{3600 + 6400} + \sqrt{8100 + 14400} =$$
$$\sqrt{2500} + \sqrt{10000} + \sqrt{22500} = 50 + 100 + 150 = 300;$$
$$f(-45; 90; 135) = \sqrt{2025 + 1600} + \sqrt{8100 + 6400} + \sqrt{18225 + 14400} =$$
$$= \sqrt{3625} + \sqrt{14500} + \sqrt{32625} = 30\sqrt{145} \approx 361{,}25;$$
$$f(90;\ -180; 270) = \sqrt{8100 + 1600} + \sqrt{32400 + 6400} + \sqrt{72900 + 14400} =$$
$$= \sqrt{9700} + \sqrt{38800} + \sqrt{87300} = 60\sqrt{97} \approx 590{,}93.$$

Astfel studenții ajung la concluzia că traiectoria cea mai scurtă dintre punctele O și C va fi egală cu 300, deoarece valoarea cea mai mică a funcției cercetate este egală cu 300.

Pentru determinarea celei mai scurte traiectorii a vehiculului aerian dintre punctele *O* și *C* putem indica o altă metodă care nu necesită cunoștințe din domeniul matematicii superioare și deci o astfel de problemă poate fi rezolvată cu elevii din ciclul gimnazial.

Metoda 2. Această metodă se bazează pe ilustrații geometrice, triunghiul dreptunghic și teorema lui Pitagora.

Cercetăm figura 1. Traiectoria vehiculului aerian va fi cea mai scurtă atunci când lungimea liniei frânte *OABC* va avea lungimea cea mai mică. Aceasta este posibil numai atunci când punctele *O*, *A*, *B* și *C* vor fi situate pe una și aceeași dreaptă, adică lungimea cea mai mică trebuie să fie lungimea segmentului *OC*, care este ipotenuza triunghiului dreptunghic *OFC*. Deoarece catetele triunghiului dreptunghic sunt 180 și 240, rezultă că *OC* = 300.

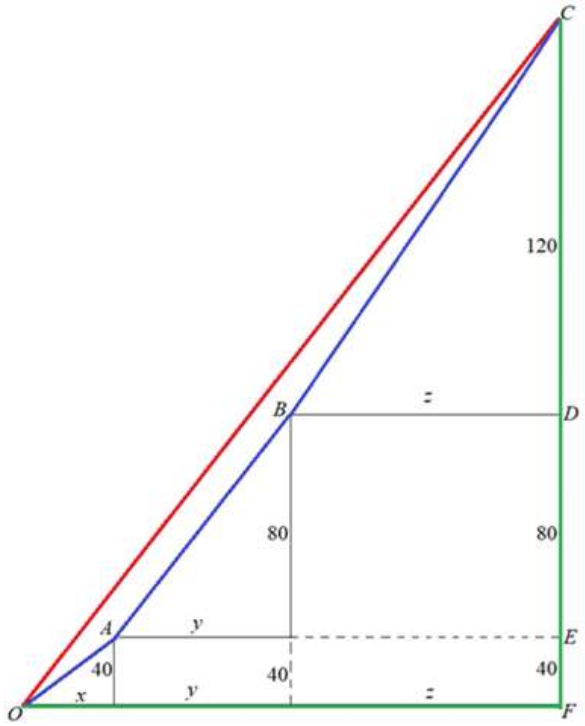


Figura 1.

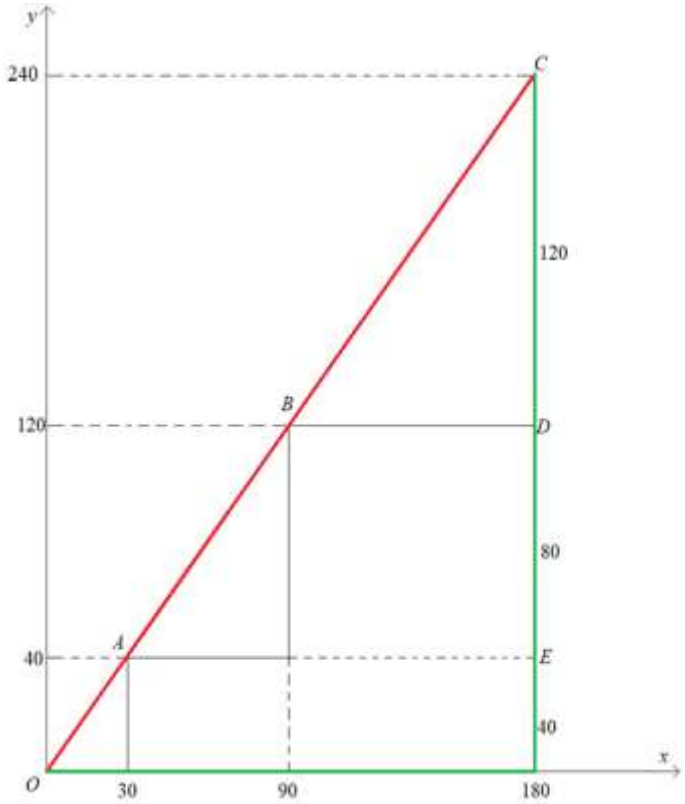


Figura 2.

b) Pentru a determina expresia analitică în coordonate rectangulare carteziene a traiectoriei vehiculului aerian fixăm un sistem rectangular cartezian de coordonate cu originea în punctul *O* (vezi fig. 2). Direcțiile pozitive ale axelor (*Ox*) și (*Oy*) le alegem așa cum este indicat în figura 2.

Notăm $O(x_0;\ y_0)$ $A(x_A;\ y_A)$, $B(x_B;\ y_B)$ și $C(x_C;\ y_C)$. Deoarece punctul *O* este originea sistemului rectangular cartezian de coordonate, rezultă că $O(0;\ 0)$. Conform rezultatelor obținute mai sus rezultă că prima coordonată a punctului *A* este 30. Din egalitatea $AB = \sqrt{x^2 + 1600}$, formula distanței

$$OA = \sqrt{(x_A - x_0)^2 + (y_A - y_0)^2} = \sqrt{(30 - 0)^2 + (40 - 0)^2},$$

modul cum a fost ales sistemul rectangular cartezian de coordonate, din considerente practice și de securitate a realizării unui zbor cu vehiculul aerian, respectând legislația Republicii Moldova în vigoare, tragem concluzia că a doua coordonată a punctului *A* este 40. Deci punctul *A* are coordonatele (30; 40). În mod analog obținem: *B*(90; 120) și *C*(180; 240).

Deoarece traiectoria vehiculului aerian reprezintă o dreaptă, iar dreapta se determină în mod univoc de orice două puncte distincte ale ei, atunci alegem, de exemplu, punctele *O* și *A* cu ajutorul cărora determinăm ecuația ei în coordonate rectangulare carteziene:

$$\frac{x - x_0}{x_A - x_0} = \frac{y - y_0}{y_A - y_0}, \qquad \frac{x}{30} = \frac{y}{40}, \qquad 4x - 3y = 0.$$

Dacă substituim coordonatele punctelor *B* și *C* în ecuația dreptei obținute, atunci ne putem convinge că ele de asemenea aparțin dreptei $4x - 3y = 0$.

Prin urmare, ecuația traiectoriei vehiculului aerian are forma: $4x - 3y = 0$.

c) Expresiile sau ecuațiile parametrice ale traiectoriei vehiculului aerian ce conține punctele *O*, *A*, *B* și *C* vor avea forma:

$$\frac{x}{30} = \frac{y}{40} = t, \text{de unde } \begin{cases} x = 3t, \\ y = 4t. \end{cases}$$

d) Valorile parametrului *t* pentru fiecare dintre punctele *O*, *A*, *B* și *C* le aflăm substituind coordonatele punctelor respective în ecuațiile parametrice ale traiectoriei.

Astfel, pentru punctul *O*(0; 0) avem $t = 0$, pentru punctul *A*(30; 40) valoarea parametrului $t = 10$, pentru punctul *B*(90; 120) obținem $t = 30$, iar pentru punctul *C*(180; 240) parametrul $t = 60$.

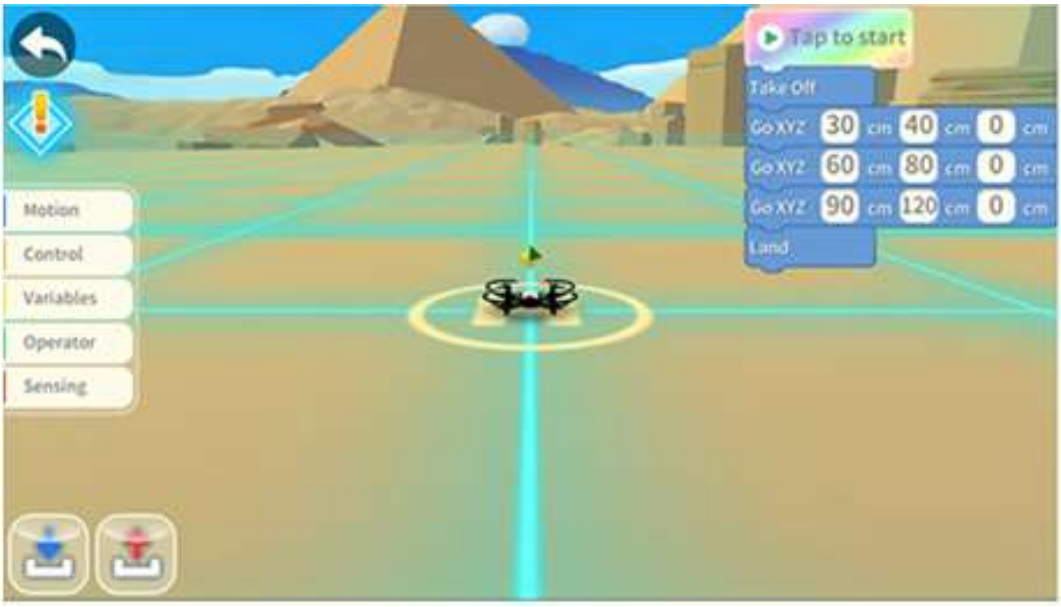


Figura 3. Programul pentru realizarea zborului

După obținerea rezultatelor matematice continuăm cu activitatea de programare a zborului.

e) Programul pentru realizarea zborului vehiculului aerian fără pilot uman la bord în limbajul Scratch prin intermediul blocurilor este prezentat în figura 3.

Din considerente de securitate și comoditate zborul se va realiza în planul ce se determină de ecuația $4x - 3y + z = 90$. Realizarea zborului în acest plan și în localul respectiv nu necesită acordul autorităților respective.

După ce a fost programată traiectoria vehiculului aerian fără pilot uman la bord, studenții vor fi capabili să modeleze un zbor atât la un simulator specializat cât și să realizeze un zbor cu un vehicul aerian real printr-o singură apăsare pe butonul respectiv.

În următoarele trei figuri de mai jos (fig. 4 – 6) este prezentată traiectoria vehiculului aerian, la un simulator, ce conține punctele *O*, *A*, *B* și *C*.

Figura 4. Traiectoria vehiculului aerian fără pilot din punctul *O* în punctul *A*

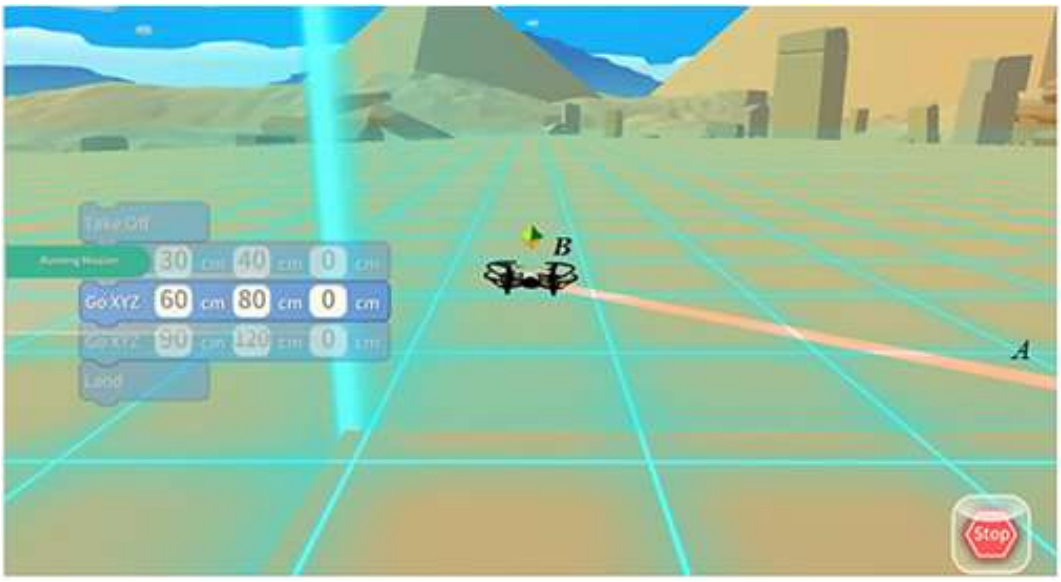


Figura 5. Traiectoria vehiculului aerian fără pilot din punctul *A* în punctul *B*

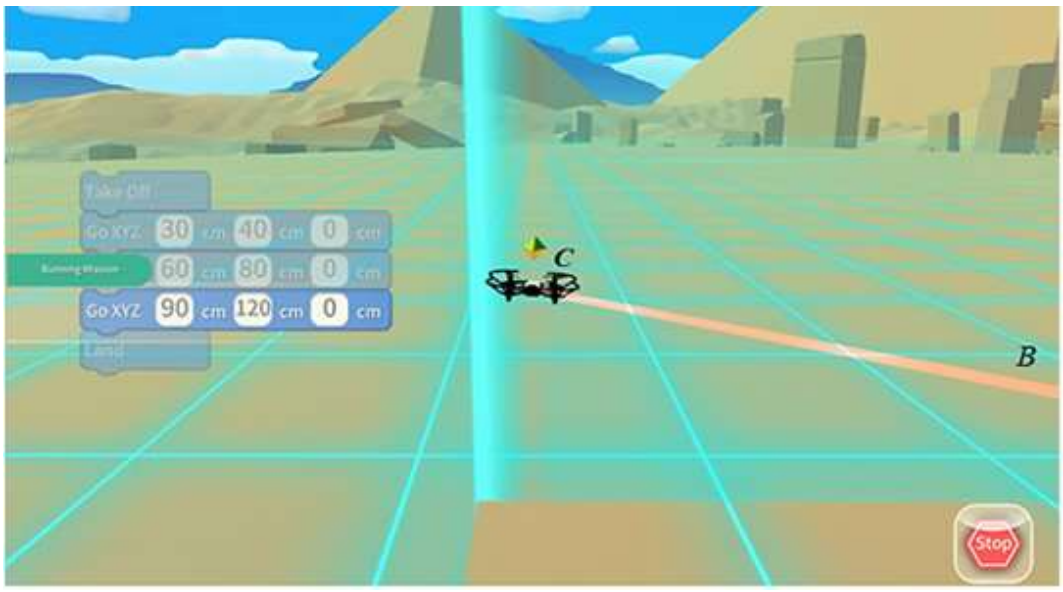


Figura 6. Traiectoria vehiculului aerian fără pilot din punctul *B* în punctul *C*

Evident, cadrul didactic poate modifica această problemă cerând, de exemplu, să fie determinate toate traiectoriile posibile ale vehiculului aerian fără pilot aferente punctelor staționare ale funcției de trei variabile

$$f(x; y; z) = \sqrt{x^2 + 1600} + \sqrt{y^2 + 6400} + \sqrt{z^2 + 14400},$$

unde $x + y + z = 180$ și pentru traiectoriile obținute studenții să:

f) scrie programul în limbajul Scratch cu ajutorul blocurilor;

g) realizeze zborul la un simulator specializat;

h) realizeze zborul cu un vehicul aerian real.

În asemenea caz pentru punctul staționar cu coordonatele (–45; 90; 135), prin modelare, vom obține că traiectoria vehiculului aerian trece prin punctele $O(0; 0)$, $A_1(-45; 40)$, $B_1(90; 80)$ și $C_1(135; 120)$.

Observăm că punctele O, B_1 și C_1 aparțin dreptei $8x - 9y = 0$, iar punctul A_1 nu aparține dreptei date (fig. 7).

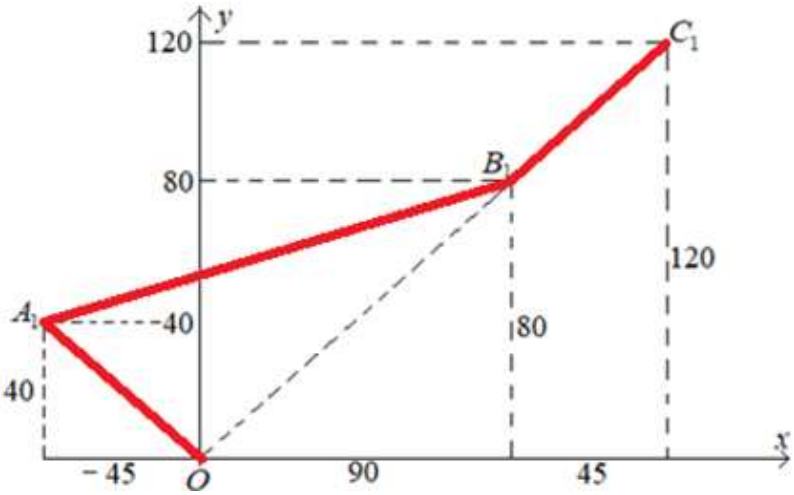


Figura 7. Traiectoria matematică a vehiculului aerian fără pilot pentru punctul staționar (-45; 90; 135)

Însă punctele $O(0; 0; 90)$, $A_1(-45; 40; 90)$, $B_1(90; 80; 90)$ și $C_1(135; 120; 90)$ aparțin planului $z = 90$. Prin urmare, zborul îl putem realiza în planul ce se determină de ecuația $z = 90$. Traiectoria matematică a vehiculului aerian fără pilot este prezentată în figura 7.

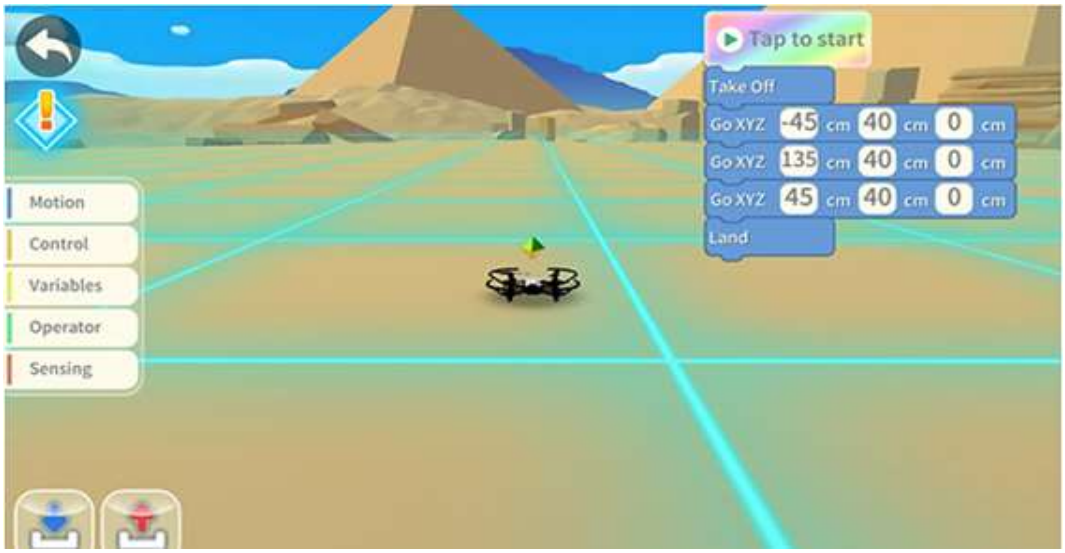


Figura 8. Programul pentru realizarea zborului aferent punctului staționar (-45; 90; 135)

Programul pentru realizarea zborului vehiculului aerian fără pilot în limbajul Scratch prin intermediul blocurilor este prezentat în figura 8.

Pentru punctul staționar cu coordonatele (90; –180; 270) – traiectoria vehiculului aerian de asemenea este o linie frântă și trece prin punctele: $O(0; 0)$, $A_2(90; 40)$, $B_2(-180; 80)$ și $C_2(270; 120)$. Observăm că punctele O, A_2 și C_2 aparțin dreptei $4x - 9y = 0$, iar punctul B_2 nu aparține dreptei date. Însă punctele $O(0; 0; 90)$, $A_2(90; 40; 90)$, $B_2(-180; 80; 90)$ și $C_2(270; 120; 90)$ aparțin planului $z = 90$. Prin urmare, zborul îl putem realiza de asemenea în planul ce se determină de ecuația $z = 90$. Traiectoria matematică a vehiculului aerian este prezentată în figura 9.

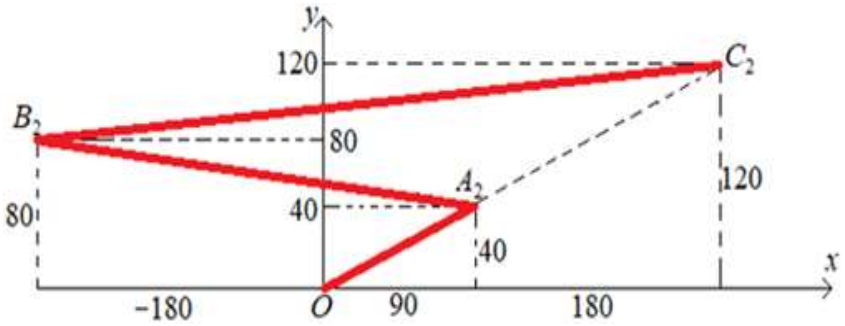


Figura 9. Traiectoria matematică a vehiculului aerian fără pilot pentru punctul staționar (90; -180; 270)

Programul pentru realizarea zborului vehiculului aerian în limbajul Scratch prin intermediul blocurilor este prezentat în figura 10.

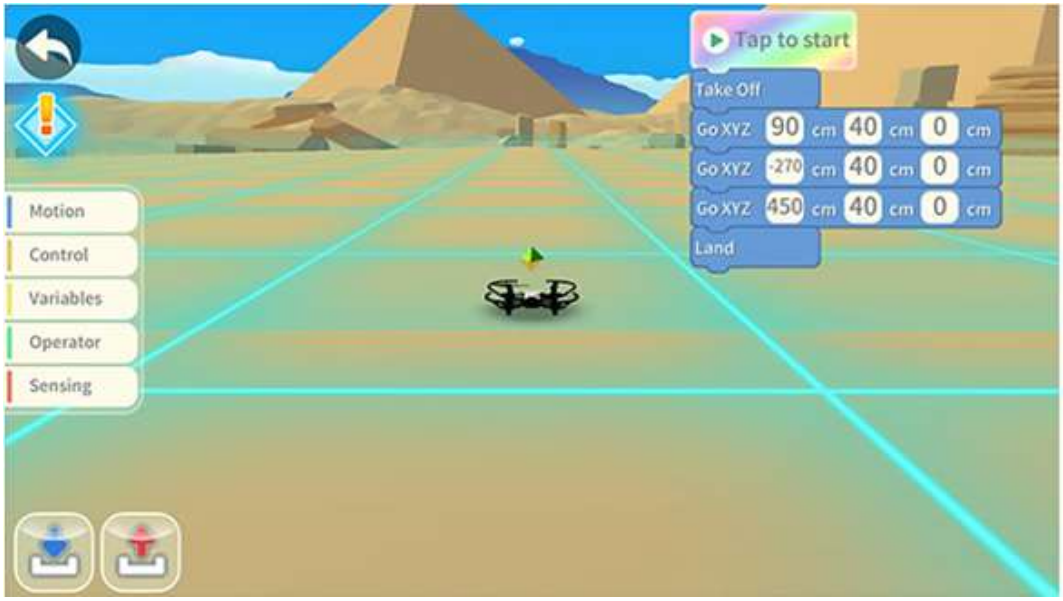


Figura 10. Programul pentru realizarea zborului aferent punctului staționar (90; -180; 270)

Pentru consolidarea cunoștințelor și formarea competențelor de rezolvare a problemelor de tipul celei de mai sus prin metoda nonstandardă pot fi rezolvate și alte probleme, generalizându-le până la triunghiuri arbitrare.

Acest articol a fost elaborat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)”, Programul „Program de stat” (2020- 2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20.

Bibliografie

1. CALMUȚCHI, Laurențiu; AFANAS, Dorin; CIOBAN, Mitrofan. *Geometrie analitică în spațiu*. Chișinău: UST, 2014. 210 p. ISBN 978–9975–76–118–5.

CZU: 004.056.55:512.64

APLICAȚIILE ALGEBREI LINIARE ÎN SISTEMUL DE CRIPTARE HILL ȘI ÎN CEL DE PERMUTARE

Dorin AFANAS, dr., conf. univ.
Vasile NICHIFOROV, masterand, anul II
Universitatea de Stat din Tiraspol

Rezumat. Algebra liniară are aplicații în diverse domenii: geometria analitică, analiza funcțională, științele naturale, științele sociale, economie, etc. În prezentul articol sunt cercetate aplicațiile algebrei liniare în sistemul de criptare Hill și în cel de permutare. Sunt prezentate metode de criptare și metode de decriptare a mesajelor. La baza metodelor prezentate se află noțiunile de *modulo p* și *matrice*.

Abstract. Linear algebra has applications in various fields: analytical geometry, functional analysis, natural sciences, social sciences, economics, etc. This paper investigates the applications of linear algebra in Hill encryption and permutation. Encryption methods and message decryption methods are presented. At the base of the presented methods are the notions of *p-module p* and *matrix*.

Cuvinte cheie: criptare, decriptare, modulo p, matrice, cifru, criptotext.
Keywords: encryption, decryption, p-module, matrix, cipher, cryptotext.

Algebra liniară este ramura matematicii care studiază vectorii, spațiile vectoriale (numite și spații liniare), transformările liniare și sistemele de ecuații liniare. Spațiile vectoriale sunt o temă centrală în matematica modernă. Astfel, algebra liniară este utilizată pe scară largă atât în algebra abstractă cât și în analiza funcțională. Algebra liniară are de asemenea o reprezentare concretă în geometria analitică. Are aplicații numeroase în științele naturale și științele sociale, întrucât sistemele și fenomenele neliniare pot fi adesea aproximate printr-un model liniar.

Dacă spațiul vectorial are fixată o bază, atunci fiecare transformare liniară poate fi reprezentată printr-o tabelă de numere denumită matrice. Studiul detaliat al proprietăților matricelor și al algoritmilor ce lucrează pe matrice, cum ar fi determinanții sau vectorii proprii, se consideră a fi parte a algebrei liniare.

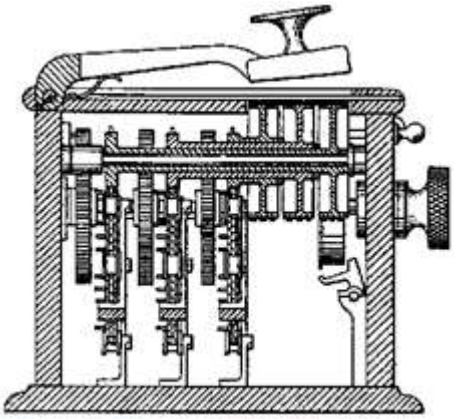
Metoda generală de a găsi un mod de abordare liniar pentru o problemă, de a exprima această abordare în termenii algebrei liniare, și apoi de a o rezolva dacă e nevoie prin calcul matriceal, este una dintre metodele cele mai general valabile din matematică [2].

Sistemul de criptare Hill este o metodă de substituție poligrafică bazată pe algebra liniară, mai exact, bazată pe calcule efectuate după modulo p [1]. A fost creat de către Lester Hill în anul 1929. În faza de preprocesare delimitatorul de spațiu este ignorat sau înlocuit cu caracterul cel mai puțin frecvent din limba în care este textul clar (în limba română Q).

Algoritmul procesează un bloc de date M de n caractere/litere, cheia de criptare fiind reprezentată de o matrice K de dimensiune $n \times n$, inversabilă după modulo p.

Există două clase ale algoritmului Hill pentru care regulile de criptare diferă prin ordinea în care se efectuează înmulțirile: prima clasă are ca regulă de cifrare operația de

înmulțire $C = MK$ cu decriptarea $M = CK^{-1}$, iar a doua clasă folosește regula de criptare înmulțirea $C = KM$, având decriptarea corespunzătoare $M = K^{-1}C$.



Mașina pentru cifrul lui Hill

Dacă matricea K este simetrică (matricea K și transpusa ei sunt egale), atunci regulile de criptare pentru cele două clase sânt echivalente.

În cazul alfabetului latin $p = 26$, cheia de criptare K trebuie să fie o matrice inversabilă după modulo 26, iar în cazul alfabetului român $p = 31$, matricea K trebuie să fie inversabilă după modulo 31.

Prin urmare, dacă definim un număr întreg fixat d ($d \geq 2$) și costruim mulțimile: $P = C = Z_{26}^{d}$, $K = \{K: K \in K_d(Z_{26}), \det(K) \neq 0\}$, atunci o cheie de criptare este o matrice pătrată K nesingulară/nedegenerată de dimensiune d, cu elemente din Z_{26}, iar K^{-1} formează cheia de decriptare.

Textul clar pt se împarte în blocuri de lungime d: $pt = \alpha_1\alpha_2 \ldots \alpha_n$, $|\alpha_i| = d$ (ultimul bloc se completează eventual cu 0 până a ajunge la lungimea d). Textul criptat va fi $ct = \beta_1\beta_2 \ldots \beta_n$, unde $\beta_i = e_K(\alpha_i) = \alpha_i \cdot K \pmod{26}$, $(1 \leq i \leq n)$. Pentru decriptare se folosește relația $d_K(\beta_i) = \beta_i \cdot K^{-1} \pmod{26}$.

Să luăm de exemplu $d = 3$ și cheia

$$K = \begin{pmatrix} 8 & 5 & 10 \\ 21 & 8 & 21 \\ 21 & 12 & 8 \end{pmatrix}, \text{ cu inversa } K^{-1} = \begin{pmatrix} 6 & 24 & 1 \\ 13 & 16 & 10 \\ 20 & 17 & 15 \end{pmatrix}.$$

Dacă textul clar pt este ERI SAU DUS, atunci vom avea:

$\alpha_1 = \text{ERI} = (4 \quad 17 \quad 8)$, $\alpha_2 = \text{SAU} = (18 \quad 0 \quad 20)$ și $\alpha_3 = \text{DUS} = (3 \quad 20 \quad 18)$.

Din relațiile

$$\beta_1 = \alpha_1 \cdot K \pmod{26} = (4 \quad 17 \quad 8) \cdot \begin{pmatrix} 8 & 5 & 10 \\ 21 & 8 & 21 \\ 21 & 12 & 8 \end{pmatrix} = (11 \quad 18 \quad 19) = (L \quad S \quad T);$$

$$\beta_2 = \alpha_2 \cdot K \pmod{26} = (18 \quad 0 \quad 20) \cdot \begin{pmatrix} 8 & 5 & 10 \\ 21 & 8 & 21 \\ 21 & 12 & 8 \end{pmatrix} = (18 \quad 18 \quad 2) = (S \quad S \quad C);$$

$$\beta_3 = \alpha_3 \cdot K \pmod{26} = (3 \quad 20 \quad 18) \cdot \begin{pmatrix} 8 & 5 & 10 \\ 21 & 8 & 21 \\ 21 & 12 & 8 \end{pmatrix} = (16 \quad 1 \quad 22) = (Q \quad B \quad W).$$

se obține textul criptat LST SSC QBW.

Pentru a decripta criptotextul utilizăm relațiile: $d_K(\beta_i) = \beta_i \cdot K^{-1} \pmod{26}$, adică

$$d_K(\beta_1) = \beta_1 \cdot K^{-1} \pmod{26} = \begin{pmatrix} 11 & 18 & 19 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 6 & 24 & 1 \\ 13 & 16 & 10 \\ 20 & 17 & 15 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4 & 17 & 8 \end{pmatrix} = \text{ERI};$$

$$d_K(\beta_2) = \beta_2 \cdot K^{-1} \pmod{26} = \begin{pmatrix} 18 & 18 & 2 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 6 & 24 & 1 \\ 13 & 16 & 10 \\ 20 & 17 & 15 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 18 & 0 & 20 \end{pmatrix} = \text{SAU};$$

$$d_K(\beta_3) = \beta_3 \cdot K^{-1} \pmod{26} = \begin{pmatrix} 3 & 20 & 18 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 6 & 24 & 1 \\ 13 & 16 & 10 \\ 20 & 17 & 15 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 & 20 & 18 \end{pmatrix} = \text{DUS}.$$

Astfel am obținut ERI SAU DUS. La criptarea și decriptarea acestui text am folosit formulele $C = MK$ (pentru criptare) și respectiv, $M = CK^{-1}$ (pentru decriptare).

Să realizăm acum criptarea și decriptarea textului ERI SAU DUS după formulele $C = KM$ (pentru criptare) și respectiv $M = K^{-1}C$ (pentru decriptare). Vom considera:

$$\alpha_1 = \begin{pmatrix} 4 & 17 & 8 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \alpha_2 = \begin{pmatrix} 18 & 0 & 20 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \text{ și } \alpha_3 = \begin{pmatrix} 3 & 20 & 18 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

$$\beta_1 = K \cdot \alpha_1 \pmod{26} = \begin{pmatrix} 8 & 5 & 10 \\ 21 & 8 & 21 \\ 21 & 12 & 8 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 4 & 17 & 8 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 6 & 6 & 12 \\ 6 & 19 & 12 \\ 6 & 19 & 12 \end{pmatrix};$$

$$\beta_2 = K \cdot \alpha_2 \pmod{26} = \begin{pmatrix} 8 & 5 & 10 \\ 21 & 8 & 21 \\ 21 & 12 & 8 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 18 & 0 & 20 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 14 & 0 & 4 \\ 14 & 0 & 4 \\ 14 & 0 & 4 \end{pmatrix};$$

$$\beta_3 = K \cdot \alpha_3 \pmod{26} = \begin{pmatrix} 8 & 5 & 10 \\ 21 & 8 & 21 \\ 21 & 12 & 8 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 3 & 20 & 18 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 24 & 4 & 14 \\ 11 & 4 & 14 \\ 11 & 4 & 14 \end{pmatrix}.$$

La decriptare vom obține:

$$\alpha_1 = K^{-1} \cdot \beta_1 \pmod{26} = \begin{pmatrix} 6 & 24 & 1 \\ 13 & 16 & 10 \\ 20 & 17 & 15 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 6 & 6 & 12 \\ 6 & 19 & 12 \\ 6 & 19 & 12 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4 & 17 & 8 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix};$$

$$\alpha_2 = K^{-1} \cdot \beta_2 \pmod{26} = \begin{pmatrix} 6 & 24 & 1 \\ 13 & 16 & 10 \\ 20 & 17 & 15 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 14 & 0 & 4 \\ 14 & 0 & 4 \\ 14 & 0 & 4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 18 & 0 & 20 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix};$$

$$\alpha_3 = K^{-1} \cdot \beta_3 \pmod{26} = \begin{pmatrix} 6 & 24 & 1 \\ 13 & 16 & 10 \\ 20 & 17 & 15 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 24 & 4 & 14 \\ 11 & 4 & 14 \\ 11 & 4 & 14 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 & 20 & 18 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

Poate fi utilizată și o modificare a metodei a doua considerând α_1 prima linie, α_2 – a doua linie și α_3 – a treia linie a unei matrice pătratice de dimensiunea $d = 3$. Atunci primim:

$$C = \begin{pmatrix} 8 & 5 & 10 \\ 21 & 8 & 21 \\ 21 & 12 & 8 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 4 & 17 & 8 \\ 18 & 0 & 20 \\ 3 & 20 & 18 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 22 & 24 & 6 \\ 5 & 23 & 4 \\ 12 & 23 & 6 \end{pmatrix}.$$

Prin urmare, textul criptat este WYG FXE MXG.

La decriptare avem:

$$M = \begin{pmatrix} 6 & 24 & 1 \\ 13 & 16 & 10 \\ 20 & 17 & 15 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 22 & 24 & 6 \\ 5 & 23 & 4 \\ 12 & 23 & 6 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4 & 17 & 8 \\ 18 & 0 & 20 \\ 3 & 20 & 18 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E & R & I \\ S & A & U \\ D & U & S \end{pmatrix}.$$

Să luăm, în continuare, $d = 2$ și cheia

$$K = \begin{pmatrix} 3 & 3 \\ 2 & 5 \end{pmatrix} \text{ cu inversa } K^{-1} = \begin{pmatrix} 15 & 17 \\ 20 & 9 \end{pmatrix} \text{ (vezi [1, pag. 14].}$$

Dacă textul clar este α = FRAC, atunci vom avea

$$\alpha_1 = (F \quad R) = (5 \quad 17),\ \alpha_2 = (A \quad C) = (0 \quad 2).$$

Din relațiile

$$\beta_1 = \alpha_1 \cdot K \pmod{26} = (5 \quad 17) \cdot \begin{pmatrix} 3 & 3 \\ 2 & 5 \end{pmatrix} = (23 \quad 22) = (X \quad W);$$

$$\beta_2 = \alpha_2 \cdot K \pmod{26} = (0 \quad 2) \cdot \begin{pmatrix} 3 & 3 \\ 2 & 5 \end{pmatrix} = (4 \quad 10) = (E \quad K)$$

primim criptarea XWEK.

Să ne situăm acum pe poziția unui criptanalist: admitem că am găsit dimensiunea $d = 2$ și încercăm să determinăm matricea K sau echivalent K^{-1} cunoscând perechea (text clar, text criptat) = (FRAC, XWEK).

Prin urmare, criptanalistul se află acum în fața următoarei probleme: trebuie să determine matricea $K = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$ cu $a, b, c, d \in \{0, 1, 2, 3, \ldots, 24, 25\}$, astfel ca

$$\begin{pmatrix} 5 & 17 \\ 0 & 2 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 23 & 22 \\ 4 & 10 \end{pmatrix}.$$

Pentru a putea afla matricea $\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$ criptanalistul trebuie să afle inversa matricei $\begin{pmatrix} 5 & 17 \\ 0 & 2 \end{pmatrix}$. Deoarece $\det\begin{pmatrix} 5 & 17 \\ 0 & 2 \end{pmatrix} = 10$ și $cmmdc(10, 26) = 2 > 1$, rezultă că $10^{-1} \pmod{26}$ nu există și deci matricea $\begin{pmatrix} 5 & 17 \\ 0 & 2 \end{pmatrix}$ nu este inversabilă. Prin urmare, în acest caz, criptanalistul nu poate determina cheia de criptare.

Admitem acum că criptanalistul cunoaște criptarea unor texte clare selectate de el (este atacul cu text clar): alege un text clar a cărui matrice este inversabilă și îi află criptarea. Fie BRAD acest text clar cu matricea asociată $A = \begin{pmatrix} 1 & 17 \\ 0 & 3 \end{pmatrix}$. Criptanalistul solicită criptarea lui BRAD și primește LKGP, de matricea asociată $B = \begin{pmatrix} 11 & 10 \\ 6 & 15 \end{pmatrix}$. Deci el dispune de perechea (BRAD, LKGP). Criptanalistul determină mai întâi $A^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 0 & 9 \end{pmatrix}$, iar apoi din ecuația $A \cdot K = B$, va determina soluția: $K = A^{-1} \cdot B = \begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 0 & 9 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 11 & 10 \\ 6 & 15 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 & 3 \\ 2 & 5 \end{pmatrix}$.

Complicația care poate apărea este faptul că nu toate matricele sânt inversabile. Există o metodă directă de determinare a acestei proprietăți. Dacă determinantul matrice este 0, sau are factori comuni cu modulul (adică factori ca 2 sau 13, în cazul modulului 26), atunci matricea nu poate fi folosită în cifrul Hill. Din fericire, dacă baza nu are factori mici, cele

mai multe matrice au inverse. Riscul ca determinantul să aibă factori comuni cu modulul poate fi eliminat prin alegerea unui modul prim. În consecință, o variantă utilă de cifru Hill adaugă încă 3 simboluri pentru a crește modulul la 29. Pentru limba română cu diacritice întotdeauna avem modulul 31, adică un număr prim.

Definiție. *Fie n un număr natural nenul. Un cifru de permutare este un sistem* (P, C, K, E, D) unde $P = C = Z_{26}^{n}$, $K = P_n$. *Pentru o cheie* (*permutare*) $\pi \in S_n$

$$e_\pi(\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n) = \alpha_{\pi(1)}\alpha_{\pi(2)}\ldots\alpha_{\pi(n)}, \quad d_\pi(\beta_1\beta_2\ldots\beta n) = \beta_{\pi^{-1}(1)}\beta_{\pi^{-1}(2)}\ldots\beta_{\pi^{-1}(n)}.$$

La acest sistem de criptare, textul clar se împarte în blocuri de n ($n \geq 2$) caractere, după care fiecărui bloc i se aplică o permutare $\pi \in P_n$ (mulțimea permutărilor de n elemente). Elementele n și π sunt fixate; π este cheia de criptare, iar π^{-1} va fi cheia de decriptare.

Să admitem că avem cheia de criptare $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 3 & 1 & 2 \end{pmatrix}$. Atunci un text clar, de exemplu CRIPTOGRAFIE se împarte în blocuri de trei caractere:

$$(C \quad R \quad I) \quad (P \quad T \quad O) \quad (G \quad R \quad A) \quad (F \quad I \quad E),$$

atunci textul criptat va fi:

$$(R \quad I \quad C) \quad (T \quad O \quad P) \quad (R \quad A \quad G) \quad (I \quad E \quad F),$$

adică RICTOPRAGIEF.

Se poate de demonstrat că un cifru de permutare este un cifru Hill. De exemplu, permutării $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 2 & 1 & 3 \end{pmatrix}$ îi corespunde matricea de permutare $\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$.

De exemplu, dacă criptăm cuvântul ARE după cifrul lui Hill, atunci obținem RAE, iar dacă aplicăm matricea de permutare, obținem:

$$(0 \quad 17 \quad 4) \cdot \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = (17 \quad 0 \quad 4),$$

ceea ce reprezintă criptotextul RAE, adică se obține același rezultat.

Acest articol a fost elaborat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)", Programul „Program de stat" (2020- 2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20.

Bibliografie

1. ATANASIU, Adrian. *Securitatea Informației*. Vol. 1 (Criptografie). Cluj: Editura INFODATA, 2012.
2. https://ro.wikipedia.org/wiki/Algebră_liniară.

CZU: 519.237.8:528

ROLUL SOLUȚIILOR FĂRĂ PILOT ÎN INTRODUCEREA NOȚIUNII DE DERIVATĂ

Dorin AFANAS, dr., conf. univ.
Marcela SUMAN, masterand, anul II
Universitatea de Stat din Tiraspol

Rezumat. Putem afirma cu certitudine că progresul tehnologic al senzorilor și apariția unui număr tot mai mare de soluții fără pilot vor putea satisface necesitățile învățământului STEAM (știință, tehnologie, inginerie, artă și matematică) din Republica Moldova de a obține performanțe calitative prin astfel de aparate de zbor fără pilot la bord.

Din aceste motive, trebuie să cunoaștem utilitatea și beneficiile acestor aparate pentru a fi în avangarda tehnologiilor moderne legate de cercetare și învățământ.

Aparatele de zbor fără pilot la bord prezintă beneficii pentru majoritatea sectoarelor de activitate și cu adevărat pot fi platforme excelente pentru cercetare și învățământ. Multe sisteme de drone sunt surse complet deschise, care ne permit accesul la descifrarea codului sursei și la documentare. Aceasta înseamnă că putem învăța cum funcționează lucrurile într-un mod foarte practic.

În acest articol se abordează problema aferentă introducerii noțiunilor în cadrul disciplinei analiza matematică: limita unei funcții într-un punct, creșterea argumentului și creșterea funcției, derivata unei funcții într-un punct prin intermediul aparatelor de zbor fără pilot.

Abstract. We can say with certainty that the technological progress of sensors and the emergence of an increasing number of unmanned solutions will be able to meet the needs of STEAM education (science, technology, engineering, art and mathematics) in the Republic of Moldova to achieve qualitative performance through such devices. unmanned flight on board.

For these reasons, we need to know the usefulness and benefits of these devices to be at the forefront of modern technologies related to research and education.

Unmanned aircraft on board have benefits for most industries and can truly be excellent platforms for research and education. Many drone systems are fully open source, allowing us access to deciphering source code and documentation. This means that we can learn how things work in a very practical way.

This article addresses the issue of introducing notions in the discipline of mathematical analysis: the limit of a function at a point, the increase of the argument and the increase of the function, derived from a function at a point by means of unmanned aerial vehicles.

Cuvinte cheie: limita, creștere, argument, funcție, derivata, aparat de zbor fără pilot.
Keywords: limit, increase, argument, function, derivative, unmanned aerial vehicle.

„În matematică, derivata unei funcții este unul dintre conceptele fundamentale ale analizei matematice, împreună cu primitiva (*inversa derivatei sau anti-derivata*).

Derivata unei funcții într-un punct semnifică rata cu care se modifică valoarea funcției atunci când se modifică argumentul. Alt fel spus, derivata este o formulare matematică a noțiunii de rată de variație. Derivata este un concept foarte versatil, care poate fi privit în multe feluri. De exemplu, referindu-ne la graficul bidimensional al funcției f, derivata într-un punct x reprezintă panta tangentei la grafic în punctul x. Panta tangentei se poate aproxima printr-o secantă. Cu această interpretare geometrică, nu este surprinzător faptul

că derivatele pot fi utilizate pentru a descrie multe proprietăți geometrice ale graficelor de funcții, cum ar fi concavitatea și convexitatea.

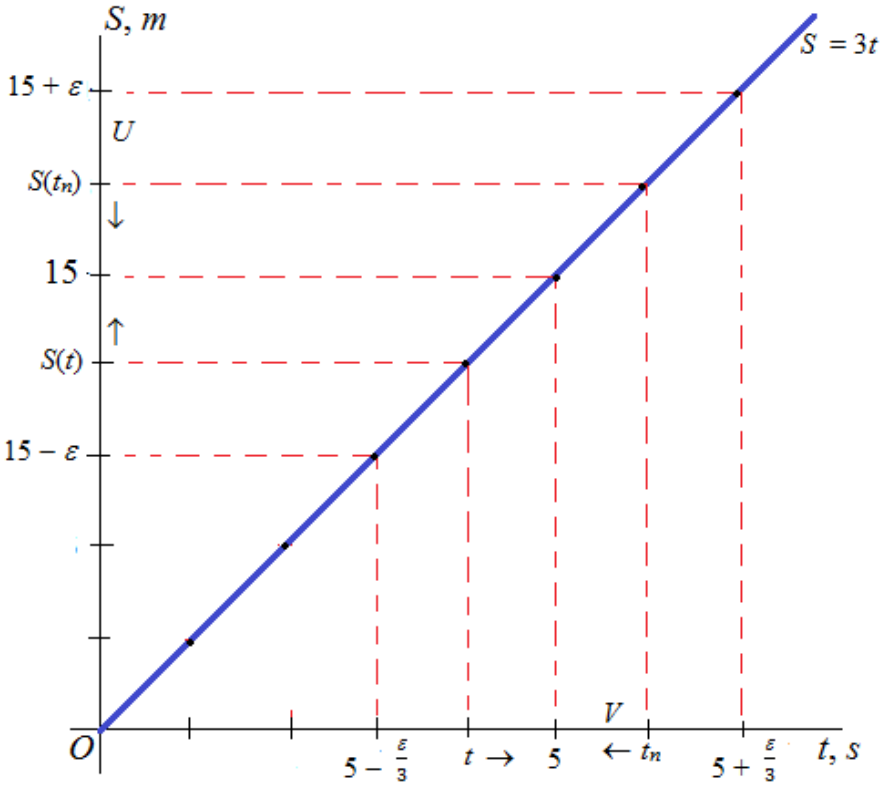
Trebuie menționat că nu toate funcțiile admit derivate. De exemplu, funcțiile nu au derivate în punctele în care au o tangentă verticală, în punctele de discontinuitate și în punctele de întoarcere" [3].

În cadrul orelor de analiză matematică în liceu, mulți elevi întîlnesc dificultăți la însușirea noțiunii de derivată. Această situație este legată de mai mulți factori printre care pot fi: slaba conștientizare a noțiunii de limită a unei funcții, creșterea argumentului și creșterea funcției, etc.

Pentru a facilita însușirea noțiunii de derivată, cu scopul de a spori interesul față de matematică propunem în continuare un model ce are la bază aparatul fără pilot.

Se recomandă de respectat următorii pași:

1. Introducem noțiunea de limită a unei funcții într-un punct [2, p. 35]. Se prezintă elevilor un sistem de axe ortogonale în plan pe care este trasat graficul dependenței distanței de la locul decolării (măsurată în metri) de timp (măsurat în secunde) a unui quadcopter. Cadrul didactic explică că un quadcopter efectuează un zbor cu viteza de 3 m/s. Deci vom avea dependența funcțională $S = 3t$. Cercetăm această dependență funcțională și momentul de timp $t_0 = 5$ s.



Observăm că dacă valorile argumentului t se apropie suficient de mult de $t_0 = 5$, atunci valorile $S(t)$ ale funcției S se apropie oricât de mult de $l = 15$. Această situație poate fi redată în mai multe moduri.

Modul 1. De exemplu, dacă $(t_n)_{n \geq 1}$ este un șir arbitrar și convergent la 5, atunci șirul $(S(t_n))_{n \geq 1}$, unde $S(t) = 3t$, converge la $l = 15$.

Modul 2. Pentru orice vecinătate U = $(15 - \varepsilon, 15 + \varepsilon)$, $\varepsilon > 0$, centrată în punctul $l = 15$ al axei Oy, există o vecinătate $V = (5 - \frac{\varepsilon}{3}; 5 + \frac{\varepsilon}{3})$, $\varepsilon > 0$, cu centrul în punctul $t_0 = 5$ al axei Ox, astfel încât pentru orice $t \in V$ rezultă că $S(t) \in U$.

2. Introducem noțiunea de creștere a argumentului și creștere a funcției [2, p. 89]. Se cercetează dependența funcțională $H(t) = 3t - 39$, unde H este înălțimea la care s-a ridicat un quadcopter, iar t este timpul în care s-a realizat ridicarea quadcopterului. În momentul de timp $t_0 = 20$ s un quadcopter se afla la înălțimea $H = 21$m. Peste 3 s el s-a ridicat la înălțimea $H = 30$ m, iar peste 5 s – la înălțimea $H = 36$ m. Se formulează întrebarea: cu cât s-a mărit timpul și înălțimea quadcopterului pentru $t = 23$ s și $t = 25$ s față de momentul de timp $t_0 = 20$ s ?

***Explicăm*:** Pentru momentul de timp $t = 23$ s, vom avea: $t - t_0 = 23 - 20 = 3$, iar $H(t) - H(t_0) = 30 - 21 = 9$. Pentru momentul de timp $t = 25$ s, primim: $t - t_0 = \ = 25 - 20 = 5$, iar $H(t) - H(t_0) = 36 - 21 = 15$. Dacă notăm diferențele $t - t_0 = \Delta t$ și $H(t) - H(t_0) = \Delta H(t_0)$, atunci putem scrie: $t = t_0 + \Delta t$ și $H(t) = H(t_0) + \Delta H(t_0)$ sau $\Delta H(t_0) = H(t_0 + \Delta t) - H(t_0)$.

După aceste explicații se introduc noțiunile de creștere a argumentului și creștere a funcției.

Evident că acest scenariu poate fi aplicat și în cadrul temei *Monotonia funcției, p. 72, clasa a X-a* [1, p. 72].

3. Introducem noțiunea de derivată a unei funcții într-un punct [2, p. 91]. După ce a fost introdusă definiția derivatei, pentru consolidarea acestei noțiuni cât și pentru conștientizarea sensului fizic/mecanic al ei se recomandă de rezolvat probleme de tipul: figurile de mai jos ne reprezintă dependența funcțională $S(t) = 10t - 486$ a mișcării uniforme a unui quadcopter pentru momentele de timp $t_0 = 55$ s, $t_1 = 58$ *s* și $t_2 = 61$ *s*, unde $S(t)$ este distanța (măsurată în metri, notată pe desen cu D) parcursă de un quadrocopter în timpul t (măsurat în secunde). Determinați rapoartele:

$$\frac{S(t_1) - S(t_0)}{t_1 - t_0};\ \frac{S(t_2) - S(t_0)}{t_2 - t_0};\ \frac{S(t_2) - S(t_1)}{t_2 - t_1}.$$

***Explicăm*:** Deoarece

$$S(t_0) = 10 \cdot 55 - 486 = 64,\ S(t_1) = 10 \cdot 58 - 486 = 94,\ S(t_2) = 10 \cdot 61 - 486 = 124,$$

$$t_1 - t_0 = 58 - 55 = 3,\ t_2 - t_0 = 61 - 55 = 6 \text{ și } t_2 - t_1 = 61 - 58 = 3,$$

atunci obținem consecutiv:

$$\frac{S(t_1) - S(t_0)}{t_1 - t_0} = \frac{94 - 64}{3} = 10, \frac{S(t_2) - S(t_0)}{t_2 - t_0} = \frac{124 - 64}{6} = 10$$

și $\frac{S(t_2) - S(t_1)}{t_2 - t_1} = \frac{124 - 94}{3} = 10.$

Observăm, că cele trei rapoarte sunt egale cu 10. Rezultatele obținute se verifică cu datele experimentale din desenele prezentate. Se trage concluzia, că la mișcarea uniformă aceste rapoarte ne exprimă viteza quadcopterului. Pe de altă parte, trecând la limită, obținem că rapoartele cercetate sunt derivatele distanțelor după timp. Deci derivata distanței după timp ne reprezintă viteza quadcopterului. Astfel putem ajunge la sensul fizic/mecanic al derivatei.

Acest articol a fost elaborat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)", Programul „Program de stat" (2020- 2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20.

Bibliografie

1. ACHIRI, Ion; EFROS, Petru; GARIT, Valentin; PRODAN, Nicolae. *Matematică. Manual pentru clasa a* 10-*a*. Chișinău: Editura Prut Internațional, 2012, 280 p.
2. ACHIRI, Ion; CIOBANU, Vasile; EFROS, Petru et all. *Matematică. Manual pentru clasa a* XI-*a. Ediția a II-a revizuită și completată*. Ch.: Prut Internațional, 2014, 304 p.
3. https://ro.wikipedia.org/wiki/Derivat%C4%83

CZU: 371.3[51+53]

APLICAȚII INTERDISCIPLINARE MATEMATICĂ – FIZICĂ

Aniela AMIHĂLĂCHIOAE, prof. grad I
Școala Gimnazială „Ioan Murariu”, Cristinești, România
Viorica STEGARU, prof. grad I
Colegiul „Grigore Ghica”, Dorohoi, România

Rezumat. Una dintre importantele caracteristici ale matematicii este vasta sa aplicabilitate, în majoritatea domeniilor, cu precădere în cele naturale, unde sunt necesare concluziile, calculul, sau valorificarea unor idei printr-o modelare adecvată. Aproape toate științele, începând cu mecanica și sfârșind cu domeniul IT o utilizează într-o măsură oarecare, prin crearea unor modele care tind să aproximeze realul proceselor, sau prin baza de calcul ori limbajul specific, drept pentru care prezentul articol aduce în prim plan câteva exemple standard de utilizare a acesteia în domeniul tehnic.

Abstract. One of the important characteristics of mathematics is its vast applicability, in most fields, especially in the natural ones, where the conclusions, calculation, or capitalization of some ideas through an adequate modeling are necessary. Almost all sciences, starting with mechanics and ending with the IT field, use it to some extent, by creating models that tend to approximate the reality of processes, or by calculation basis or specific language, for which this article brings to the fore some standard examples of its use in the technical field.

Concepte-cheie: matematică, aplicații interdisciplinare, aplicații matematice, modele matematice, fizică, aplicații fizice, aplicații matematice în fizică.

Key-concepts: mathematics, interdisciplinary applications, mathematical applications, mathematical models, physics, physical applications, mathematical applications in physics.

„Teoria este un model matematic pentru un aspect al naturii. O bună teorie extrage și exagerează anumite aspecte ale adevărului…O teorie nu poate copia natura, căci dacă ar face-o din toate punctele de vedere, ar fi izomorfă cu natura însăși și deci inutilă” [10].

Apărută încă din antichitate, dintr-o necesitate practică, matematica a cunoscut o dezvoltare amplă, prin totalitatea ramificațiilor sale, reflectând legile naturii.

Este cunoscut faptul că fizica se folosește de matematică, dar mereu ne punem întrebarea dacă este suficientă matematica pentru fizică, sau unele procese depășesc sfera ei și necesită un cumul de noțiuni și teorii. Putem, de asemenea, să considerăm că fizica și matematica sunt aproape identice. Deși se studiază separat, nu putem determina cu exactitate identitatea fiecăreia, fără a conlucra. Fiecare dintre ele pornește de la locuri diametral opuse, pentru a ajunge la adevăr: matematica de la abstract, iar fizica de la concret, iar adevărul e unul singur, cel demonstrat, deci ajungem într-un punct comun.

Primele activități de cunoaștere s-au bazat pe observare și măsurare, apoi s-a format teoria sistemelor și a modelării acestora. În etapa de analiză, se încadrează și partea de stabilire a datelor preliminarii, precum și studiul caracteristicelor sistemului. Toate sistemele fizice și chimice lucrează interdependent cu alte sisteme, având atât particularități specifice, cât și parte comună, care va delimita granițele. Dacă acesta este foarte complicat, atunci stabilirea ecuațiilor de bază și a aproximațiilor admise, precum și a condițiilor inițiale este

neapărat necesară. Interpretarea fizică a echilibrului are semnificații specifice domeniului de aplicație, așa încât caracteristica fundamentală a sistemelor fizice o reprezintă materialitatea lor, implicând mișcarea și existența obiectivă în spațiu și timp. Studiul lor și a proceselor fizice are la bază principiul cauzalității: fiecare stare din lumea obiectivă este efectul unor cauze care determină univoc starea respectivă. De asemenea, atunci când realizăm un model matematic pentru un fenomen fizic, trebuie avute în vedere caracteristicele mecanice, termice, electrice, magnetice, chimice, de concentrație etc., care pot fi determinate prin măsurători sau observație. Pornind de la acestea, trebuie avute în vedere și legile fizice sau chimice generale, precum și cele aplicabile la procesul studiat.

Folosindu-ne de aceste fundamente, putem construi modele complexe, sau rescrie diverse teorii fizice. Spre exemplu:

- Ecuația fundamentală a dinamicii unui rigid, sub acțiunea unor solicitări reale - exterioare activ, exterioare pasive și interioare - are o formă necunoscută: $dm\cdot\bar{a} = dFa+dFp+dFm$.
- Teorema energiei scrisă sub formă generală: $\frac{dE}{dt} = Pa + Pp$, teoria energiei cinetice: $dEc=dL$.
- Teorema energiei: $d(Ec+Ep)= dEm = dL'$, $Em=Ec+Ep$ → energia mecanică substituită.
- Legea conservării sarcinii electrice: $i_{\Sigma} = -\frac{d_{q_{\Sigma}}}{d_t}$,
- Legea gazelor perfecte: Fie funcția $g\ (P, V, n, T) = \frac{P\cdot V}{n\cdot R\cdot T}$ în care R este o constantă pozitivă și P, V, n, T sunt variabile pozitive. Vom avea:

$$ln\ |g| = ln\frac{P\cdot V}{n\cdot R\cdot T} = ln\,P + ln\,V - ln\,n - ln\,R - ln\,T,$$

$$dln|g| = d(ln\frac{P\cdot V}{n\cdot R\cdot T}) = \frac{P\cdot V}{n\cdot R\cdot T}\cdot(\frac{dP}{P} + \frac{dV}{V} - \frac{dn}{n} - \frac{dT}{T}) \Rightarrow$$

$$dg = g\ dln|g| = \frac{1}{nR}(\frac{V}{PT}dP + \frac{P}{VT}dV - \frac{PV}{nT}dn - \frac{PV}{T^2}dT).$$

- „Formula lui Black, care este folosită pentru calculul metabolismului bazal M (în Kcal) în funcție de greutate (G măsurată în Kg), înălțimii (H în m) și vârstă (A în ani). $M(G, H, A) = KG^{0,48}\cdot H^{0,50}\cdot A^{-0,13}$, K-constantă (egală cu 259 la bărbați și cu 230 la femei). Spre exemplu, avem o femeie de 30 de ani, conexiunea de 1, 62 m, și care cântărește 55 kg. Ne vom propune să răspundem la întrebarea: care va fi metabolismul bazal în raport cu o femeie mai în vârstă cu un an, cu o înălțime de 1 an în plus și cântărind un kg în plus. M(30, 1,62, 55)≈1287, 76 Kcal.

$$lnM=lnK+0,48\cdot lnG+0,50\cdot lnH-0,13\cdot lnA \Rightarrow dlnM=0,48\cdot\frac{dG}{G} + 0,50\cdot\frac{dH}{H} - 0,13\cdot\frac{dA}{A} \Rightarrow$$

$$dM=M(0,48\cdot\frac{dG}{G} + 0,50\cdot\frac{dH}{H} - 0,13\cdot\frac{dA}{A}) \Rightarrow dM=1287,76\cdot(0,00873-0,00309-0,00433)\approx 1,68kcal”.$$

Putem modifica și recalcula acest metabolism bazal în funcție de fiecare dintre noi sau în funcție de diverse date ale unor persoane, lucru ce poate fi util în cadrul unei clinici de specialitate, etc..

- „Analiza derivatei a doua a funcției concentrație plasmatică, care se scrie astfel: C''(t) = $\frac{d^2C}{dt^2}(t)$= A($a^2e^{-at} - t^2e^{-bt}$). Rădăcina ecuației C''(t) =0 (păstrăm aceleași valori: A=10, a=1, b=4) este: t = $\frac{1}{a-b}ln\frac{a^2}{b^2} = -\frac{1}{3}\ln\frac{1}{16} \approx 0{,}924$. Avem C''(t) >0 pentru t > $\frac{1}{a-b}ln\frac{a^2}{b^2}$ și C''(t) <0 pentru t< $\frac{1}{a-b}ln\frac{a^2}{b^2}$.

Această valoare a lui t = t_{max} reprezintă un punct de inflexiune" [4] – [9].

- „Pentru a calcula coeficientul de absorbție molară ε al tirozinei, se măsoară printr-o cuvă de grosime l=1cm, absorbanță A=0,927$\pm$0,001 a unei soluții constituite prin dizolvarea unei cantități m=0.030$\pm$0,001 g de tirozină (cu M=181,2 g/mol) într-un volum V=0,2500$\pm$0,0005 L: $\varepsilon = \frac{AMV}{lm} = \frac{0{,}927\cdot 181{,}2\cdot 0{,}25}{1\cdot 0{,}03}$= 1399,47cm^{-1}·mol^{-1}. Care va fi eroarea relativă asupra lui ε? Se vor neglija erorile asupra grosimei cuvei l, și asupra masei molare M, ceea ce înseamnă că vom considera absorbanta drept funcție $\varepsilon(A, V, m)$. Trecând prin diferențierea logaritmică, ajungem la eroarea relativă, și calculele se simplifică pentru funcții definite ca produse. *Ln* (ε) =*ln(A)+ln(M)+ln(V)-ln(l)-ln(m)*⇒

$dln\,(\varepsilon)=\frac{d\varepsilon}{\varepsilon}=\frac{dA}{A}+\frac{dV}{V}-\frac{dm}{m} \Rightarrow \Delta\ln(\varepsilon) = \frac{\Delta\varepsilon}{\varepsilon} = \frac{1}{A}|\Delta A| + \frac{1}{V}|\Delta V| + \frac{-1}{m}|\Delta m|$ [4] – [9].

Eroarea relativă $\frac{\Delta\varepsilon}{\varepsilon} \leq 0{,}0407$ sau în procent de 4,07%." [3] – [9].

- Să analizăm mișcarea unui punct material de masă *m*, care se deplasează pe Ox, sub acțiunea unei forțe elastice $\vec{F}$ orientată spre origine. Dacă notăm cu *y(t)* distanța de la punct la originea sistemului, la momentul *t*> 0, atunci, din legea a doua a lui Newton ⇒$m\cdot\ddot{y}(t) = F$, *F* este funcție elastică ⇒ F = - ω^2y(t) ⇒ Ecuația oscilatorului armonic $m\cdot\ddot{y}(t) + \omega^2$y(t)=*0* ⇒ *soluția generală y(t)=Acos(ωt + φ), A*≥ 0, *A și φ constante arbitrare.* În ipoteza suplimentară a exsitenței unei forțe de frecare proporțională cu viteza de forma – k·$\dot{y}$(t) și a unei forțe exterioare *g(t)*, aplicată punctului material, se obține o ecuație diferențială de forma: $m\cdot\ddot{y}(t) + \mathrm{k}\cdot\dot{y}(\mathrm{t}) + \omega^2\mathrm{y}(\mathrm{t})$=*g(t)* [6, p. 10].

Alte aplicații cu o conotație geometrică sunt cele pe latură de inginerie mecanică, spre exemplu:

- *proiecția ortogonală* – se obține prin intersecția planului de proiecție cu proiectantele duse perpendicular pe acest plan din diversele puncte ale obiectului, utilizând bazele geometriei descriptive.
- *vederea* – este o reprezentare în proiecție ortogonală pe un anumit plan a unei piese care nu a fost secționată, și este realizată pe baza tuturor observațiilor vizuale umane, conform principiilor geometriei descriptive.

- *secțiunea* – este o reperzentare în proiecție ortogonală pe un plan dat a unei piese, exemplificând modul în care ar putea fi vizualizată dacă ar fi secționată cu un plan imaginar, apoi îndepărtată porțiunea de piesă situată între planul de secțiune și observatorul uman.
- *ruptura* – este o reprezentare a unei piese în proiecție ortogonală, prin îndepărtarea unei anumite porțiuni, conducând astfel la o separare a piesei „fracturate" de restul acesteia printr-o anumită suprafață neregulată.

Ca și bază din mecanica clasică, avem:

- vectorul deplasare $\overrightarrow{\Delta r} = r_2 - r_1$
- viteza liniară instantanee $v_m = \frac{\Delta r}{\Delta t} = \frac{r_2 - r_1}{t_2 - t_1}$
- viteza unghiulară $\omega = \frac{d\beta}{dt}$, unde β reprezintă unghiul de rotație raportat la timp
- accelerația liniară instantanee $a = \frac{dv}{dt}$
- impulsul mecanic p = m•v
- momentul unei forțe și momentul cinetic M = r x F, L = r x p
- vectorii de poziție pentru forța gravitațională $r_G = (G_1 \bullet r_1 + ... + G_m \bullet r_m)/(G_1 + ... + G_m)$
- centrul de masă $r_{C.M.} = (m_1 r_1 + ... + m_p r_p)/(m_1 + ... + m_p)$, etc..

Cu toate acestea, o importantă descoperire a sfârșitului de secol XIX și început de secol XX este cea a tuburilor electronice, dispozitivelor semiconductoare și a circuitelor integrate, care facilitează televiziunea, transmiile radio, telefonia și altele. Această transmisie utilizează unde electromagnetice, cuprinzând trei elemente principale: emițătorul, canalul de comunicare și receptorul. În tehnica modernă, ca și purtători de transmitere a informațiilor sunt utilizați curenții electrici și undele electromagnetice, iar pentru suporturi de înregistrare / stocare sunt memoriile RAM, ROM, sau unele benzi magnetice acoperite cu substanțe fotosensibile (utilizate cu precădere în televiziune). Oscilatoarele electronice LC produc semnale electrice sinusoidale, iar circuitele basculante generează impulsuri electrice, iar o importanță deosebită în întreaga tehnică de calcul o reprezintă circuitele logice prin care se folosesc operații binare din algebra Boole, suma logică (sau) și produs logic (și).

Întreg domeniul IT sau orice nou domeniu care folosește tehnologia avansată și are o dinamică profundă, prin diverse schimbări pe latură de software sau hardware va conexa cu matematica sau fizica, bazându-se în principal pe partea de oscilații, unde, magnetism, etc., care facilitează un ansamblu de calcule matematice avansate și continuu studiate.

Bibliografie

1. ANTOHE, F. M. *Inegalitatea mediilor și aplicațiile ei*. Brăila: Editura Sfântului Ierarh Nicolae, 201. ISBN 978-606-8129-61-7.
2. CONNELLY, J.P.; THOMANN, R. V. *WASTOX - A framework for modelling the fate of toxic chemicals in aquatic environments*. Project Report. U.S. Environmental

Protection Agency, Office of Research and Development, Environmental Research Laboratory - Duluth, large Lakes Research Station, Grosse Ile, Michigan, 1985.

3. DABU, C.M. *Modelare Matematică*. Note de curs. Vol XI, 2012.
4. MAYR, E. *This is biology*. Cambridge: Belknap Press de la Harvard University Press. ISBN 978-0- 674-88469-4.
5. NECULAI, A. *Modele matematice în mecanică*. Disponibil online. [Accesat 21.08.2021] https://www.yumpu.com/ro/document/read/17227406/modele-matematice-in-mecanica-camo.
6. PĂLTINEANU, G., MATEI, P. *Ecuații diferențiale și ecuații cu derivate parțiale și aplicații*. București: Editura Matrix Rom.
7. POPESCU S. *Modele matematice în științe*. București: Editura Matrix-Rom, 2010.
8. RADU, L. *Minime și maxime în matematica elementară*. Ploiești, 2013. ediție online, format PDF, ISBN 978-973-0-14524-3.
9. TIHONOV, A., SAMARSKI, A. A. *Ecuaţiile Fizicii Matematice*. Editura Tehnică, 1956.
10. TRUESDELL, C.; MUNCASTER, R.G. *Fundamental's of Maxwell's Kinetic Theory of a Simple Monatomic Gase*. New York, London, Toronto, Sydney, San Francisco: Academic Press, 1980.

CZU: 001.2[51+001.62]

INTERDISCIPLINARITATEA - UTILIZAREA MATEMATICII ÎN ŞTIINŢELE TEHNICE

Mariana BOTNARENCO, profesor matematică, grad didactic superior
IP Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

Rezumat. În lucrare sunt propuse și rezolvate probleme cu aspect interdisciplinar, identificate de autor, care contribuie la realizarea eficientă a interdisciplinarității în cadrul ariei curriculare „Matematica şi Ştiinţe” şi, la formarea de competențe transdisciplinare.

Abstract. The paper proposes and solves problems with an interdisciplinary aspect, identified by the author, which contribute to the efficient achievement of interdisciplinarity within the curricular area "Mathematics and Sciences" and to the formation of transdisciplinary skills.

Cuvinte cheie: interdisciplinaritate, centrele de excelență, matematică, științe tehnicăe
Keywords: interdisciplinarity, centers of excellence, mathematics, technique sciences.

Interdisciplinaritatea asigură formarea sistematică şi progresivă a unei culturi comunicative necesară elevului în învăţare, pentru interrelaţionarea cu semenii, pentru parcurgerea cu succes a treptelor următoare în învăţare, pentru învăţarea permanentă. Societatea în care trăim şi în care vor trăi copiii pe care îi pregătim are nevoie de oameni care să gândească interdisciplinar, care să treacă cu uşurinţă de la un domeniu la altul şi care să-şi îndeplinească cu succes rolurile sociale pentru care sunt pregătiţi.

Tehnica zilei de mâine va lăsa oamenilor deplina posibilitate să-şi afirme funcţiile care necesită judecată, discernământ, îndemânare, imaginaţie, iniţiativă, sensibilitate în relaţiile cu alţi semeni. De aceea, şcoala de toate gradele şi profilurile parcurge în prezent un proces de profunde transformări ale căror orientări şi tendinţe au drept scop de a realiza o mai bună racordare a învățământului la cerinţele vieţii şi la dinamica dezvoltării societăţii umane actuale.

Din perspectiva realizării unui învăţămînt matematic de calitate, procesul educaţional la matematică în centrele de excelență este un proces complex, bazat pe interdisciplinaritate. Formarea competenţelor transdisciplinare şi a celor specifice disciplinei Matematica necesită realizarea integrării disciplinelor şcolare matematica, fizica, chimia, informatica, biologia. Asumarea de către şcoală a principiului integralizării implică şi reconstituirea metodologiilor de predare, învăţare, evaluare. Din perspectiva argumentelor aduse de psihologia contemporană, a necesităţii de adaptare permanentă într-o dinamică se impune, în planul strategiilor didactice, promovarea metodelor activ – participative. Acestea vor să-l implice conştient şi activ pe elev în procesul de predare-învăţare-evaluare, să realizeze efortul necesar unei învăţări eficiente. Promovarea tehnologiilor didactice moderne, concepută şi realizată din perspectiva obiectivelor pedagogice, antrenează schimbări importante în evaluarea rezultatelor şcolare. Aceste reconsiderări duc la o integrare funcţională a proceselor evaluative în cadrul didactic, astfel încît ele să realizeze o verificare sistematică a

performanţelor elevilor, să depisteze eventualele lacune şi să furnizeze informaţii cu privire la calitatea demersului didactic, în vederea ameliorării continue a acesteia.

Realizarea conexiunilor interdisciplinare şi a conexiunilor cu disciplinele de specialitate în centrele de excelenţă reprezintă un factor forte în motivarea elevilor. La diverse module profesorul va propune elevilor probleme cu aspect profesional.

În cele ce urmeaza voi prezenta modalitatea în care matematica se împleteşte cu ştiinţele tehnice în procesul instructiv-educativ de zi cu zi. Pentru o prezentare mai precisă am repartizat utilizarea matematicii pe specialităţi şi disciplini:

La subiectul „**Aplicaţii ale derivatelor**" (cl.XI) la specialitatea „***COMUNICAŢII POŞTALE***" se va propune:

Problema. Cererea de piaţă la un produs (timbre poştale) este descrisă de funcţia $p(x) = 780 - 2x - 0{,}1x^2$, unde x este numărul de unităţi de produs, iar p-preţul (în lei).

1) Să se determine venitul brut maxim din vînzarea produsului, dacă cheltuielile medii pentru a produce o unitate se descriu de funcţia $\bar{C}(x) = \frac{1000}{x} + 500 + 2x$ (funcţia cererii şi funcţia cheltuielilor medii se determină în baza datelor statistice).
2) Să se determine valoarea preţului pentru care venitul brut este maxim.

Rezolvare: Venitul brut

$$V(x) = p(x) \cdot x - \bar{C}(x) \cdot x = (780 - 2x - 0{,}1x^2) \cdot x - \left(\frac{1000}{x} + 500 + 2x\right) \cdot x$$
$$= 280x - 4x^2 - 0{,}1x^3 - 1000$$

Derivata $V'(x) = 280 - 8x - 0{,}3x^2$

Din $V'(x) = 0$, obţinem ecuaţia $0{,}3x^2 + 8x - 280 = 0$ cu soluţiile $x_1 = 20, x_2 = -\frac{28}{0{,}6}$ (care nu corespunde condiţiei problemei).

Deoarece $V''(20) < 0$, avem în punctul $x = 20$ maxim. Astfel, obţinem brut maxim

$$V(20) = 280 \cdot 20 - 4 \cdot 20^2 - 0{,}1 \cdot 20^3 - 1000 = 2200\ (lei)$$

şi preţul respectiv

$$p(20) = 780 - 2 \cdot 20 - 0{,}1 \cdot 20^2 = 700(lei)$$

Răspuns: 1) 2200 lei; 2) 700 lei.

La subiectul „**Aplicaţii ale derivatelor**" (cl. XI), elevilor de la specialitatea **„*ELECTROENERGETICĂ*"** se va propune spre rezolvare:

Problema: Care trebuie să fie rezistenţa unui circuit extern, astfel încît sursa de curent cu tensiunea electromotoare $\varepsilon = 10V$ şi rezistenţa internă $r = 20\Omega$ să debiteze o putere maximă? Care este valoarea numerică a acestei puteri?

Rezolvare: Notăm cu x rezistenţa circuitului extern şi cu P puterea curentului electric pe circuitul extern. Atunci, conform formulei pentru puterea curentului, avem: $P = I^2 \cdot x$, unde I este intensitatea curentului, care poate fi determinată din legea lui Ohm: $I = \frac{\varepsilon}{x+r}$ Deci, $P(x) = \frac{\varepsilon^2 \cdot x}{(x+r)^2}, x \epsilon (0, +\infty)$

a cărei derivată

$$P'(x) = \varepsilon^2 \cdot \frac{(x+r)^2 - 2x \cdot (x+r)}{(x+r)^4} = \varepsilon^2 \cdot \frac{r-x}{(x+r)^3}$$

se anulează pentru $x = r$. În $x = r$ funcţia P(x) are un maximum local.
Tabloul de variaţie al funcţiei *P* este:

x	**0**		**r**		∞
P' (x)		++++++++++	**0**	----------	
P (x)		↗	$\frac{5}{4}$	↘	

Substituind datele problemei, obţinem: $P_{max} = P(r) = \frac{\varepsilon^2}{4r} = \frac{5}{4}W$

Răspuns: $P_{max} = \frac{5}{4}W$.

La subiectul „**Ecuaţii şi sisteme de ecuaţii**” (cl. X) la specialitatea „***ELECTROMECANICĂ***” se rezolvă:

Problema 1. La o uzină, pentru a produce un motor electric de tip A, se folosesc 2 kg de cupru şi 1 kg de plumb, iar pentru a produce un motor electric de tip B - 3 kg de cupru şi 2 kg de plumb. Cîte motoare de fiecare tip au fost produse, dacă s-au folosit în total 130 kg de cupru şi 80 kg de plumb?

Rezolvare: Vom rezolva această problemă prin compunerea unui sistem de ecuaţii.
Notăm *x*- numărul de motoare de tip A şi *y*- numărul de motoare de tip B. Prin urmare din condiţiile problemei se obţine următorul sistem de ecuaţii:

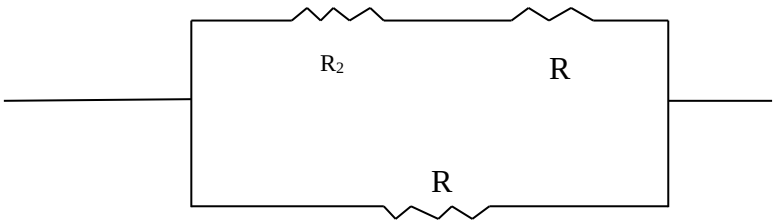
$$\begin{cases} 2x + 3y = 130 \\ x + 2y = 80 \end{cases}$$

Rezolvăm sistemul dat aplicînd una din cele trei metode cunoscute (metoda reducerii, metoda substituţiei sau metoda grafică).

$$\begin{cases} 2x + 3y = 130 \\ x + 2y = 80 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 2 \cdot (80 - 2y) + 3y = 130 \\ x = 80 - 2y \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 160 - 4y + 3y = 130 \\ x = 80 - 2y \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x = 20 \\ y = 30 \end{cases}$$

Răspuns: Au fost produse 20 motoare de tip A şi 30 motoare de tip B.

Problema 2. Pentru circuitul reprezentat pe desen se ştie: R_{tot}=2,25 Ω, R_1=3Ω, R_2=4Ω. Să se determine R_3.



Rezolvare: Conform conectării mixte a rezistenţelor în circuitul reprezentat pe desen avem relaţia: $\frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2+R_3}$

Substituind datele din problemă obţinem: $\frac{1}{2,25} = \frac{1}{3} + \frac{1}{R_3+4}$ cu condiţia că $R_3 \neq -4$.

Se obţine: $\frac{1}{R_3+4} = \frac{1}{9} \Leftrightarrow R_3 = 5\Omega$.

Răspuns:$R_3 = 5\Omega$.

La subiectul „**Limite de şiruri. Operaţii cu limite de şiruri**" (cl. XI) la specialitatea „***AUTOMATICĂ ŞI INFORMATICĂ***" se rezolvă:

Problema. Liniile automate de îmbuteliere a apei minerale ale unei întreprinderi se alimentează dintr-un bazin de acumulare, în care iniţial se află 1000 *l* de materie primă. În conformitate cu tehnologia de producţie, în fiecare secundă din bazinul de acumulare se transmit pentru îmbuteliere 10 % din conţinutul său şi instantaneu din fîntîna arteziană de alimentaţie a întreprinderii, conţinutul bazinului se restabileşte cu 120 *l* de apă minerală. Cîţi litri de materie primă vor fi în bazinul de acumulare al întreprinderii peste o perioadă nelimitată de timp, dacă automatele de îmbuteliere funcţionează nonstop?

Rezolvare: Fie $f(n)$ cantitatea de materie primă (în litri) din bazin în secunda a n- a, unde $f(0) = 1000l$. Atunci în secunda $n+1$ cantitatea de materie primă va fi:

$$f(n+1) = f(n) - 0,1 \cdot f(n) + 120 = 0,9 \cdot f(n) + 120$$

Dacă $a = \lim\limits_{n\to\infty} f(n)$, atunci aceeaşi limită va avea şi $f(n+1)$ adică: $a = \lim\limits_{n\to\infty} f(n+1)$

Trecînd la limită cu *n* la infinit în relaţia $f(n+1) = 0,9 \cdot f(n) + 120$, obţinem:

$$\lim_{n\to\infty} f(n+1) = 0,9 \cdot \lim_{n\to\infty} f(n) + 120, \text{ adică } a = 0,9 \cdot a + 120$$

Din această ecuaţie rezultă: $a = 1200l$, ceea ce reprezintă cantitatea de materie primă din bazinul de acumulare al întreprinderii peste o perioadă nelimitată de timp.

La subiectul **''Elemente de teoria probabilităţilor"** (cl. XII), la specialitatea "***TELECOMUNICAŢII***" se rezolvă:

Problema. O linie telefonică, care uneşte punctul A cu B, situate la distanţa de 2 km, s-a rupt într-un loc necunoscut. Care este probabilitatea, că locul rupt se află la distanţă nu mai mare decît 450 m de la punctul A?

Rezolvare: Considerăm evenimentul :

C={locul rupt se află la o distanţă nu mai mare de 450 m}.

Conform definiţiei probabilităţii avem:$P(C) = \frac{m}{n}$.

Prin urmare, obţinem: $P(C) = \frac{m}{n} = \frac{450}{2000} = 0,225$

Răspuns: P(C) = 0,225.

<u>Concluzii</u>

Rezolvarea de probleme cu aspect interdisciplinar contribuie la realizarea eficientă a interdisciplinarităţii în cadrul ariei curriculare "Matematica şi Ştiinţe" şi, în final, la formarea de competenţe transdisciplinare. Pentru elevii din centrele de excelenţă este necesară

studierea acestor tipuri de probleme, deoarece este o posibilitate de a rezolva situaţii concrete legate de specialitatea pe care a ales-o, este un bun prilej pentru elevi de a exersa/a rezolva situaţii-problemă, respectînd principiul interdisciplinarităţii.

Bibliografie

1. ACHIRI, I. *Didactica matematicii*. Chişinău, 2011.
2. CERGHIT, I. *Metode de învăţămînt*. Iaşi: Editura Polirom, 2006.
3. NEACŞU, I. *Metode şi tehnici de învăţare eficientă.* Bucureşti, 1996.
4. POPENICI, Ş.; FARTUŞNIC, C. *Motivaţia pentru învăţare.* DPH, 2009.
5. IONESCU, M.; RADU, I. *Didactica modernă.* Cluj-Napoca: Editura Dacia, 2004.
6. STOICA, A.; MUSTAŢĂ, S. *Evaluarea rezultatelor şcolare. Ghid metodologic*. Chişinău, 1997.
7. FRANSUA, S.; MĂGUREANU, R.; TOCACI, M. *Maşini şi acţionări electrice. Culegere de probleme.* Bucureşti: Editura didactică şi pedagogică, 1980.
8. BOŢAN, N.; BOŢAN, C.; BICHIR, N.; POPESCU, C. *Maşini electrice şi acţionări. Manual pentru licee industriale şi de matematică – fizică cu profil de electrotehnică, şi matematică-electrotehnică, clasa XI-a şi şcoli profesionale.*
9. www.didactic.ro.

CZU: 001.2:372+51

APLICAȚII ALE MATEMATICII – ABORDĂRI INTERDISCIPLINARE

Iraida BRĂDULEAC, dr. în pedagogie, gr. didactic superior, profesoară de matematică
Colegiul Politehnic din Bălți

Rezumat. Într-o lume caracterizată de explozie informaţională şi de o dezvoltare puternică a tehnologiilor organizarea învăţării pe criteriul disciplinelor formale clasice este insuficientă. O învăţare dincolo de discipline, parcurgerea unui curriculum integrat poate fi mai aproape de nevoile omului contemporan. Rezolvarea problemelor concrete din viaţa cotidiană, indiferent de gradul de complexitate pe care îl au, implică apelul la cunoştinţe, deprinderi, competenţe ce nu pot fi delimitate în sfera de cuprindere a unui obiect de studiu sau altul.

Abstract. In a world characterized by an explosion of information and by a strong technological development, the organization of the studying process based on the criterion of formal classical subjects vs insufficient. A learning beyond the school subjects going through an incorporated curriculum can be closer to the needs of a modern person. The solving of concrete daily problems, no matter how sophisticated they are, involves the appeal to knowledge, skills, competences which are of great importance in studying a certain school subject.

Cuvinte cheie: interdisciplinaritate, abordare, curriculum, matematica, proces educațional.
Keywords: interdisciplinary, approach, curriculum, mathematics, studying process.

„Cel mai puternic argument pentru interdisciplinaritate este chiar faptul că viața nu este împărțită pe discipline”. J. Moffett

Interdisciplinaritatea apare ca necesitate a depășirii limitelor creatoare de cunoaștere, care a pus granițe artificiale între diferite domenii ale ei. Argumentul care pledează pentru interdisciplinaritate constă în aceea că oferă o imagine integrată a lucrurilor care sunt analizate separat. Este unanim acceptat că la viața de zi cu zi nu folosim cunoștințe disparate acumulate la anumite discipline și nu valorificăm capacități specifice unei materii de studiu.

Interdisciplinaritatea poate fi definită ca o interacţiune între două sau mai multe discipline şi poate să meargă de la simplă comunicare de idei până la integrarea conceptelor fundamentale privind epistemologia, terminologia, metodologia, procedeele, datele şi orientarea cercetării. Abordarea interdisciplinară presupune transferul metodelor dintr-o disciplină în altă, căutându-se teme comune mai multor discipline, care pot conduce la realizarea obiectivelor de învăţare de nivel înalt, a competenţelor transversale, care, indiferent de disciplină, implică aceleaşi principii prin utilizarea unor strategii de predare – învăţare bazate pe probleme. Abordarea interdisciplinară porneşte de la ideea că nici o disciplină de învăţământ nu constituie un domeniu închis şi se pot stabili legături între discipline. Prin interdisciplinaritate se realizează acţiunea deschisă dintre competenţe sau conţinuturi interdependente din două sau mai multe discipline, ce implică interpenetrarea disciplinelor, se dezvoltă competenţe integrate/transversale/cheie, apar transferuri orizontale ale cunoştinţelor dintr-o disciplină în altă la nivel metodologic şi conceptual.

Activităţile cu caracter interdisciplinar au pronunţate valenţe formative favorizând cultivarea aptitudinilor creative. Promovarea interdisciplinarităţii în activitatea didactică valorifică informaţiile dobândite şi prin alte surse informaţionale, asigurând înţelegerea,

selectarea şi prelucrarea acestora în vederea integrării lor în structuri cognitive şi achiziţionarea noilor capacităţi.

Interdisciplinaritatea constituie un principiu ce trebuie aplicat, o modalitate de gândire şi acţiune, ce decurge din evoluţia ştiinţei şi a vieţii economico-sociale. Abordarea interdisciplinară a învăţării are o serie de avantaje, și anume:

- permite acumularea de informaţii despre obiecte procese, fenomene care vor fi aprofundate în anii următori ai şcolarităţii;
- clarifică mai bine o temă făcând apel la mai multe discipline;
- creează ocazii de a corela limbajele disciplinelor şcolare;
- permite aplicarea cunoştinţelor în diferite domenii;
- constituie o abordare economică din punct de vedere al raportului dintre cantitatea de cunoştinţe şi volumul de învăţare.

Nu este recomandată utilizarea în exces sau fără o gestionare corespunzătoare a interdisciplinarităţii, aceasta având limitele ei, putând duce la superficialitate sau la dispariţia concretului dacă nu este corelată cu mono/pluridisciplinaritatea. Dezavantajul constă în acea lipsă de viziune de ansamblu, din perspectiva multiplă a realităţii, care l-ar pune pe elev în situaţia de a analiza, de a gândi critic, de a accepta sau nu, de a-şi dezvolta abilităţile decizionale.

În aria curriculară „Matematică şi ştiinţe”, interdisciplinaritatea este absolut obligatorie, având în vedere aplicabilitatea directă în practică a chimiei, fizicii, biologiei şi matematicii. Interdisciplinaritatea în cadrul acestei arii curriculare înseamnă studii şi acţiuni în planul conţinuturilor şi al metodologiilor, care să ofere cunoaşterea fenomenelor în dinamică lor, deschizând calea spre sinteze generalizatoare. Interdisciplinaritatea între chimie şi fizică, chimie şi matematică, chimie şi biologie, fizică şi matematică, se realizează în special în planul conţinuturilor, având matematica drept instrument de lucru, fiecare demers (observare, experimentare, formulare de legi, teoretizare) fiind realizat în spirit matematic.

În mod tradițional, conținutul disciplinelor școlare a fost conceput cu o accentuată independență a unor discipline față de altele, adică fiecare disciplină de învățământ sa fie de sine stătătoare. Astfel, cunoștințele pe care elevii le acumulează, reprezintă cel mai adesea un ansamblu de elemente izolate, ducând la o cunoaștere statică a lumii. Aceste aspecte sunt în contradicție cu varietatea mare a legăturilor și interacțiunilor dintre fenomene și cu caracterul dinamic al acestora. Succesul în activitatea elevilor este posibil, numai daca aceștia pot sa coreleze nterdisciplinar informațiile obținute din lecții.

Deşi interdisciplinaritatea este un principiu care derivă din cercetarea ştiinţifică, putem identifica unele modalităţi de implementare a acesteia şi la nivelul curriculum-ului şcolar. Acestea se pot realiza atât la nivelul macroeducaţional (cel al proiectării şi elaborării curriculum-ului: planuri, programe, manuale şcolare), cât şi la nivelul microeducaţional (cel al activităţilor de predare-învăţare-evaluare, desfăşurate într-un cadru formal sau nonformal).

Chimia, fizica şi biologia sunt consumatoare de noțiuni matematice. De cele mai multe ori, matematica devansează teoretic celelalte ştiinţe, deschizând căi, construind modele.

Profesorul de chimie și fizică privește deci, matematica ca pe un instrument absolut necesar și obligatoriu. El ştie clar ca "x"-ul de la matematică trebuie și poate să fie o masă de substanţă, concentraţie, un coeficient, un indice. O ecuaţie matematică poate fi o lege în fizică sau chimie. Un profesor dotat nu explică, doar, elevilor faptul că fără cunoştiinţe matematice nu poate înțelege și studia ştiinţele naturii, ci reuşeşte să-i convingă în mod real, să impună stiluri de lucru adecvate.

Cert este că fizica, sau cel puţin o mare parte din ea, la nivelul liceului, poate fi prezentată într-un mod mai atractiv, alături de matematică. Este foarte important sa ştim sa punem cunoştinţele de fizică în strânsă legătură cu matematica, în viata de zi cu zi, sa privim evoluţia acestora prin prisma aplicaţiilor lor şi a vieţii oamenilor.

Una dintre cele mai cunoscute inegalităţi în matematică este inegalitatea dintre media armonică, media aritmetică şi media geometrica a două sau mai multe numere reale pozitive.

Demonstrația inegalității pentru două numere $a, b \in R$, se face imediat pornind de la inegalitatea evidentă $\left(\sqrt{a}-\sqrt{b}\right)^2 \geq 0$ de unde $a+b \geq 2\sqrt{ab}$, deci

$$\sqrt{ab} \leq \frac{a+b}{2} \text{ sau } m_g \leq m_a \qquad (1)$$

Din (1) rezultă $\frac{2ab}{\sqrt{ab}} \leq a+b \;\Rightarrow\; \frac{2ab}{a+b} \leq \sqrt{ab} \;\Rightarrow\; \frac{2}{\frac{1}{a}+\frac{1}{b}} \leq \sqrt{ab}$, ceea ce înseamnă că

$$m_h \leq m_g \qquad (2)$$

Din (1) și (2) conchidem că :

$$m_h \leq m_g \leq m_a.$$

Aplicaţie în fizică: Două mobile parcurg acelaşi drum, primul cu viteză constantă *v*, cel de-al doilea parcurgând 3 porţiuni egale cu vitezele v_1, v_2, și v_3 ,a căror medie aritmetică este *v*. Care mobil parcurge drumul mai repede?

Notăm distanţa cu $D=3\cdot d$, iar timpii de parcurgere cu t_1 (pentru primul mobil), și t_2 (pentru al doilea mobil).

$$t_1 = \frac{D}{v} = \frac{3d}{\frac{v_1+v_2+v_3}{3}} = d \cdot \frac{9}{v_1+v_2+v_3};$$

$$t_2 = \frac{d}{v_1} + \frac{d}{v_2} + \frac{d}{v_3} = d \cdot \left(\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2} + \frac{1}{v_3}\right).$$

Aplicăm inegalitatea dintre media armonică și cea aritmetică pentru v_1, v_2, și v_3.

$$\frac{3}{\frac{1}{v_1}+\frac{1}{v_2}+\frac{1}{v_3}} \leq \frac{v_1+v_2+v_3}{3} \Leftrightarrow \frac{9}{v_1+v_2+v_3} \leq \frac{1}{v_1}+\frac{1}{v_2}+\frac{1}{v_3}.$$

Înmulțim cu *d* ambele părți ale inegaltății și obținem:

$$d \cdot \frac{9}{v_1+v_2+v_3} \leq d \cdot \left(\frac{1}{v_1}+\frac{1}{v_2}+\frac{1}{v_3}\right),$$

de unde rezultă că $t_1 \leq t_2$. În concluzie, mobilul care merge cu viteză constantă ajunge la destinaţie în cel mai scurt timp.

Pentru liceu, problema poate fi abordată în cazul general, pentru *n* porţiuni egale parcurse cu vitezele $v_1, v_2, ..., v_n$ având media aritmetică egală cu *v*.

Notăm distanţa cu $D=n\cdot d$, iar timpii de parcurgere cu t_1 (pentru primul mobil), și t_2 (pentru al doilea mobil).

$$t_1 = \frac{D}{v} = \frac{nd}{\frac{v_1 + v_2 + \cdots + v_n}{n}} = d \cdot \frac{n^2}{v_1 + v_2 + \cdots + v_n};$$

$$t_2 = \frac{d}{v_1} + \frac{d}{v_2} + \cdots + \frac{d}{v_n} = d \cdot \left(\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2} + \cdots + \frac{1}{v_n}\right).$$

Aplicăm inegalitatea dintre m_h și m_a pentru $v_1, v_2, \ldots, v_n$.

$$\frac{n}{\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2} + \cdots + \frac{1}{v_n}} \leq \frac{v_1 + v_2 + \cdots + v_n}{n} <=> \frac{n^2}{v_1 + v_2 + \cdots + v_n} \leq \frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2} + \cdots + \frac{1}{v_n}.$$

Înmulțim cu d ambele părți ale inegaltății și obținem:

$$d \cdot \frac{n^2}{v_1 + v_2 + \cdots + v_n} \leq d \cdot \left(\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2} + \cdots + \frac{1}{v_n}\right),$$

de unde rezultă că $t_1 \leq t_2$.

Voi mai da un exemplu de interdisciplinaritate. Ce este un miliard ? În secolul al XV – lea, limita extremă a calculelor posibile era milionul, care a rămas multă vreme o „expresie incertă”. Trei sute de ani mai târziu, astronomii familiarizaţi cu imensitatea cerului aspirau la un număr şi mai mare – miliardul, cu care sa poată cataloga stelele şi aştrii.

Un miliard 10^9 este un număr foarte mare dacă el exprimă, de exemplu, o sumă de bani. În acelaşi timp, însă, reprezintă un număr destul de mic dacă este vorba de un număr de atomi. Pentru a ne da mai bine seama ce înseamnă 1 000 000 000 iată câteva curiozităţi care-l au drept „erou”:

- ✓ Numărul fibrelor nervoase ale creierului uman este de ordinul a 3 miliarde;
- ✓ Un om care ar trăi o sută de ani nu ar ajunge sa numere decât până la un miliard, fără a mai avea altă ocupaţie;
- ✓ În 55 de ani, un om respiră de un număr de ori egal cu jumătate dintr-un miliard;
- ✓ În vârstă de 33 de ani, orice fiinţă a trăit doar un miliard de secunde.

Predarea interdisciplinară pune accentul concomitent pe aspectele multiple ale dezvoltării elevului: intelectuală, emoţională, socială, fizică şi estetică. Interdisciplinaritatea asigură formarea progresivă și sistematică a unei culturi de comunicare necesare elevului în învăţare, pentru parcurgerea cu succes a treptelor de învăţare, pentru învăţarea permanentă. În aria curriculară matematică şi ştiinţe, interdisciplinaritatea este absolut necesară, având în vedere aplicabilitatea directă în practică a fizicii, chimiei, biologiei şi matematicii.

Bibliografie

1. CIOLAN, Lucian. *Dincolo de discipline – ghid pentru învăţarea integrată/cross-curriculară*. Bucureşti: Editura Humanitas Educational, 2003.
2. IONESCU, Miron. *Instrucţie şi educaţie*, ed. IV. Cluj-Napoca: Editura Erikon.
3. IONESCU, Miron. *Didactica modernă*. Cluj- Napoca: Editura Dacia, 2004.

CZU: 001.2:372.851

ABORDAREA PRINCIPIULUI INTERDISCIPLINARITĂȚII PRIN REZOLVARE DE PROBLEME LA MATEMATICĂ

Laurențiu CALMUȚCHI, dr. hab., prof. univ.
Ștefan SCHIȚAN, masterand
Catedra Algebră, Geometrie și Topologie, UST

Rezumat. Învățarea activă, centrată pe elev necesită utilizarea strategiilor interdisciplinare. În articol este abordată problema integrării disciplinelor de învățământ cu matematica, accentul fiind pus pe rezolvarea problemelor – o competență cu potențial integrator.

Abstract. Active, student-centered learning requires the use of interdisciplinary strategies. The article addresses the issue of integrating educational disciplines with mathematics, the emphasis being on problem solving - a competence with integrative potential.

Cuvinte cheie: Interdisciplinaritate, integrare educațională, modelare matematică, lecții integrate, rezolvarea problemelor.

Keywords: Interdisciplinarity, educational integration, mathematical modeling, integrated lessons, problem solving.

În condițiile când reforma sistemului educațional a devenit un proces continuu și dinamic apare necesitatea dezvoltării unei noi paradigme educaționale capabile de a contribui la formarea competenței de a utiliza rațional și efectiv abilitățile acumulate.

Învățarea axată pe competențe, prin orientarea primordială spre dezvoltarea integrală a personalității, pune un accent deosebit pe integrarea conținuturilor disciplinare. Aceasta este o tendință importantă ce se manifestă tot mai mult în evoluția învățământului preuniversitar contemporan.

Proiectarea Curriculumului modernizat de matematică pentru liceu se axează pe un șir de principii centrate pe formarea competențelor specifice. Corelația trans - interdisciplinară (eșalonarea optimă a conținuturilor matematice corelate cu disciplinele ariei curriculare, asigurându-se coerența pe verticală și orizontală) prezintă unul din principiile fundamentale care stau la baza însușirii integre a conținuturilor teoretice și practice a matematicii. Matematica, știință interdisciplinară prin definiție, oferă numeroase priorități abordărilor interdisciplinare prin aplicabilitatea ei în majoritatea domeniilor științifice[1].

Integrarea educațională a conținuturilor preconizează stabilirea unor relații strânse între conceptele, abilitățile, valorile specifice disciplinelor școlare existente. Nivelurile de integrare a conținuturilor curriculare atât teoretice cât și practice sunt prezentate în Figura1.

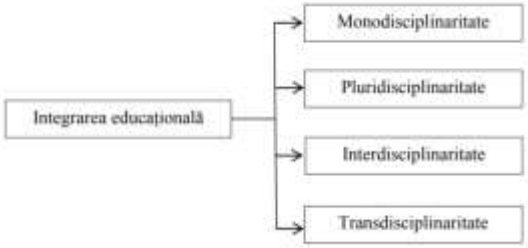


Figura 1. Nivele de integrare educațională

- *Integrarea intradisciplinară* (mono- disciplinară) este centrată pe obiectul de studiu sau prin mici conexiuni cu o disciplină înrudită;
- *Integrarea multidisciplinară*- o modalitate de organizare curriculară centrată pe o temă care aparține unui domeniu prin modalități specifice și altor discipline;
- *Integrarea interdisciplinară* –reprezintă o formă de cooperare între discipline diferite privitor la anumite procese, fenomene a căror complexitate poate fi limitată, explicată, demonstrată, rezolvată numai prin acțiunea convergentă a mai multor viziuni;
- *Integrarea transdisciplinară* preconizează o întrepătrundere a mai multor discipline, care pot genera apariția unor noi domenii de cunoaștere, unor noi discipline. Transdisciplinaritatea prezintă cel mai înalt grad de integrare [2].

Interdisciplinaritatea este o formă a cooperării între discipline diferite cu privire la o problematică a cărei complexitate nu poate fi surprinsă decât printr-o convergență și o combinare prudentă a mai multor puncte de vedere[3].

Învățarea matematicii reprezintă un proces dinamic, un element semnificativ, bazat pe aptitudini, cunoștințe și atitudini, care include, de asemenea, motivația de a învăța, iar competențele cheie reprezintă un pachet transferabil și multifuncțional, necesar elevului în vederea dezvoltării personale[4].

Conceptul STEM și STEAM reprezintă un proiect educațional integrativ, semnifică o abordare educațională a predării- învățării matematicii care utilizează interferența elementelor sale componente (Științe, Tehnologii, Inginerie, Arte, Matematică). Conceptul STEAM este unul evident orientat spre formarea și dezvoltarea de competențe a celui ce învață prin intermediul activităților didactice cu un pronunțat accent aplicativ.

„Matematica este regina tuturor științelor…” face parte din celebra frază, care aparține faimosului om de știință german din secolele XVIII-XIX, Karl Gauss. Această frază poate fi înțeleasă dacă amintim diferitele științe moderne și obiectele studiului lor.

De exemplu, fizica este implicată în studiul proceselor naturale și a formulării legilor în funcție de care acestea apar. Fizica modernă a atins dimensiuni spațiale care pot fi înțelese numai cu contribuția matematicii[5].

Aplicarea tehnologiilor STEAM poate fi realizată atât în timpul lecțiilor de matematică, cât și în activitățile nonformale sau extrașcolare.

Activitățile de realizare a învățării integrate includ strategii didactice STEAM:

- Învățarea prin cooperare;
- Lucrul în echipă;
- Desfășurarea lecțiilor integrate;
- Rezolvarea problemelor;
- Învățare activă bazată pe proiecte de cercetare.

Scopul cercetării: *cunoașterea, înțelegerea conceptelor, noțiunilor tehnologiilor de formare de abilități necesare pentru rezolvarea problemelor care implică integrarea științei, tehnologiei, ingineriei și matematicii.*

Rezolvarea problemelor intervin în formarea și dezvoltarea noțiunilor, priceperilor și deprinderilor, capacităților de investigare și a creativității.

Aplicarea matematicii în fizică. Cert este că fizica, sau cel puțin o mare parte din ea, la nivelul liceului, poate fi prezentată într-un mod mai atractiv, alături de matematică. Este foarte important să știm să punem cunoștințele de fizică în strânsă legătură cu matematica, în viața de zi cu zi, să privim evoluția acestora prin prisma aplicațiilor lor și a vieții oamenilor.

Una dintre cele mai cunoscute inegalități în matematică este inegalitatea dintre media aritmetică și media geometrică a două sau mai multe numere reale pozitive, și anume

$$m_g \leq m_a \quad (1)$$

Demonstrația inegalității (1) pentru două numere $a, b \in \mathbb{R}_+$ se face imediat pornind de la inegalitatea evidentă $\left(\sqrt{a}-\sqrt{b}\right)^2 \geq 0$, de unde $a+b \geq 2\sqrt{ab}$, deci $\sqrt{ab} \leq \frac{a+b}{2}$. (2)

Din (2) rezultă $\frac{2ab}{\sqrt{ab}} \leq a+b \Rightarrow \frac{2ab}{a+b} \leq \sqrt{ab} \Rightarrow \frac{2}{\frac{1}{a}+\frac{1}{b}} \leq \sqrt{ab}$ ceea ce înseamnă că $m_h \leq m_g$. (3) Din (1) și (3) rezultă că $m_h \leq m_g \leq m_a$.

Aplicație în fizică: *Două mobile parcurg același drum, primul cu viteză constantă v, cel de-al doilea parcurgând două porțiuni egale cu vitezele v_1, v_2 a căror medie aritmetică este v. Care mobil parcurge drumul mai repede?*

Rezolvare. Notăm distanța $D = 2d$, iar timpul parcurgerii t_1 (pentru primul mobil) și t_2 (pentru al doilea mobil), atunci avem

$$t_1 = \frac{D}{v} = \frac{2d}{\frac{v_1+v_2}{2}} = d \cdot \frac{4}{v_1+v_2}, \quad t_2 = \frac{d}{v_1} + \frac{d}{v_2} = d \cdot \left(\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2}\right).$$

Aplicăm inegalitatea dintre m_a și m_h pentru v_1 și v_2: $\frac{2}{\frac{1}{v_1}+\frac{1}{v_2}} \leq \frac{v_1+v_2}{2}$

$$\frac{4}{v_1+v_2} \leq \frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2} \Rightarrow d \cdot \frac{4}{v_1+v_2} \leq d \cdot \left(\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2}\right) \Rightarrow t_1 \leq t_2.$$

În concluzie, mobilul care merge cu viteză constantă ajunge la destinație într-un timp mai scurt.

Observații:

1) Pentru gimnaziu, dacă nivelul clasei permite, problema poate fi abordată pentru 3 porțiuni egale parcurse cu vitezele v_1, v_2, v_3 având media aritmetică egală cu v.
2) Pentru liceu, problema poate fi abordată în cazul general, pentru n porțiuni egale parcurse cu vitezele $v_1, v_2, \dots, v_n$ având media aritmetică egală cu v.

Aplicarea legăturilor interdisciplinare dintre *matematică și chimie* este o modalitate de organizare curriculară care depășește zona conținuturilor, vizează intersecția unor arii disciplinare diferite, se ignoră limitele stricte ale disciplinelor cu o focalizare centrată pe formarea competențelor cheie.

Analizând conținuturile teoretice și practice la matematică și chimie am stabilit anumite conexiuni interdisciplinare ale matematicii cu chimia (Tabelul 1).

Tabelul 1. Conexiuni interdisciplinare ale matematicii cu chimia

Modulul matematic	Modulul studiat la chimie
Procente	Amestecuri de substanțe
Proporția	Compoziția chimică a substanței
Ecuații liniare, sisteme de ecuații liniare	Compoziția chimică a amestecurilor, substanțelor, ecuațiile reacțiilor chimice
Transformarea expresiilor	Transformări ale formulelor chimice
Ecuații pătrate, ecuații cu două variabile	Echilibrul chimic. Disociația electrolitică
Funcția exponențială, funcția logaritmică	Viteza reacțiilor chimice. Determinarea pH-lui soluțiilor
Derivata, integrala	Viteza reacțiilor chimice

În continuare aducem exemplu de rezolvare a unei probleme rezolvarea căreia se axează pe echilibrul reacțiilor chimice:

Un mol de amestec alcătuit din propenă și hidrogen cu densitatea după hidrogen egală cu 15, a fost supus încălzirii în vas ermetic închis, în prezența catalizatorului de platină la 320^{0}C. Presiunea din interiorul vasului s-a micșorat cu 25%. Calculați randamentul practic al reacției. Cu câte procente se v-a micșora presiunea în interiorul vasului dacă pentru experiment iar densitatea după hidrogen este 16.

Pentru rezolvarea problemei ne vom mărgini la rezolvarea *modelului matematic* obținut: $\frac{x}{(0{,}75-x)(0{,}25-x)} = 11{,}1$

Din cele două rădăcini obținute la rezolvarea ecuației pătrate alegem rădăcina care îndeplinește condiția: $0 < x < 0{,}25$, adică $x = 0{,}214$. Presiunea s-a micșorat cu $21{,}4$ %.

Rezolvarea problemelor de calcul la chimie implică o modelare matematică. Pornind de la idea că rezolvarea problemei de calcul se transformă într-un proiect de acțiuni, un algoritm bine gândit sub formă de model/schemă de desfășurare a unui raționament, acest algoritm poate reprezenta o *modelare matematică* alcătuită din mai multe modele. Procesul de dezvoltare a unui model matematic se transformă în modelare matematică în care se descrie un proces sau fenomen prin intermediul noțiunilor, conceptelor matematice în strânsă legătură cu originalul[6].

Respectarea unui algoritm de rezolvare a problemelor orientate spre formarea și dezvoltarea competențelor specific la matematică se realizează cu ajutorul sistemului de tabele electronice Excel, proiectării matematice MathCAD.

Etapa experimentală a început cu aprecierea dorinței, motivației de rezolvare a problemelor cu caracter interdisciplinar la lecțiile de matematică. Au fost chestionați un număr de 50 elevi din Liceul Teoretic „Emil Nicula”.

Din numărul total de elevi chestionați 80% consideră că integrarea, aplicarea cunoștințelor interdisciplinare le v-a ajuta să rezolve probleme la matematică. În cadrul

efectuării experimentului formativ elevii din grupa experimentală au dat dovadă de eficacitatea propagării interdisciplinarității prin metoda modelării matematice.

S-a constatat că rezolvarea problemelor cu caracter interdisciplinar la orele de matematică demonstrează diferențe între performanțele elevilor din grupa experimentală și grupa de control. Nota medie a grupei experimentale este egală cu 7,8 față de 7,00 pentru grupa martor.

În continuare propunem câteva probleme cu caracter interdisciplinar pentru a fi rezolvate individual:

- Un volant se rotește în timp(s) sub un unghi $\alpha(t) = 27t - 0{,}8t^2\ rad$. De aflat viteza unghiulară a volantului în momentul $t = 10s$. În care moment de timp volantul se va opri?

  Răspuns: $t = 16{,}875s$.
- Scară cu lungimea de $7m$ este plasată pe un perete la o înălțime de $6m$. La un moment scara începe să cadă, și vârful ei este atras la pământ cu o accelerație de $3m/s^2$. De aflat viteza îndepărtării bazei scării de la perete în momentul când vârful scării se află la înălțimea de $4m$.

  Răspuns: $10{,}7\ m/s$.
- Creșterea unei populații de bacterii se exprimă prin formula $x(t) = t3 + 5t + 10$. Cu ajutorul derivatei calculați timpul în care viteza creșterii populației va atinge mărimea 152.

  Răspuns: $t = 7s$.
- La interacțiunea deplină cu acid clorhidric a unui aliaj de magneziu și aluminiu cu masa de $8{,}52\ g$ s-au eliminat $8{,}96\ l$ de gaz(c.n.). Determinați masa magneziului și aluminiului din aliaj.

  Răspuns: $m(Mg) = 5{,}28\ g;\ m(Al) = 3{,}24\ g$.

Interdisciplinaritatea matematică este necesară pentru a face conexiuni și cu alte domenii ale științelor: geografie, biologie, medicină, ecologie, cultură artă etc.

Abordarea interdisciplinarității în învățarea matematicii presupune un șir de avantaje:

- Permite punerea accentului simultan pe aspectele multiple ale dezvoltării personalității elevului – intelectuală, emoțională, socială, fizică, morală;
- Procesul de învățare a matematicii este unul formativ, centrat pe învățare integrată, identificare și rezolvare de probleme;
- Transformarea cadrului didactic din furnizor de informații în mediator, organizator al procesului de învățământ, crearea unor colaborări creative dintre profesor și elev;
- Achiziția și aplicarea cunoștințelor se realizează în situații, uneori complexe, pentru a favoriza transferul și generarea de noi cunoștințe, ajută elevul să distingă adevărul de neadevăr, antrenează organizarea logică a gândirii, ordonarea ideilor, recunoașterea integră a lumii înconjurătoare;

- Creează ocazii de a corela limbajele disciplinelor școlare.

Concluzii

Predarea-învățarea-evaluarea interdisciplinară a matematicii prezintă o condiție importantă în realizarea unui învățământ modern, formativ. Realizarea interdisciplinarității în cadrul temelor cu conținut ambiental, sporește eficiența procesului învățării centrate pe activitatea elevilor nu numai la matematică dar și la alte discipline. Rezolvarea problemelor cu caracter interdisciplinar pot constitui motivul, mijlocul și scopul învățării, reprezintă factorul decisiv al învățării matematicii în învățământul preuniversitar.

Realizând implicit interdisciplinaritatea promovăm științific și organizat viziuni unitare despre lume, formăm o metodologie unitară de cercetare, dezvoltăm competențe atitudinale și efective cu o dezvoltare integratoare, unitară, sistemică-condiție necesară realizării unei educații de calitate când cunoștințele se transformă în instrument de dobândire a noi cunoștințe și deprinderi.

Bibliografie

1. Ghid de implementare a curriculumului modernizat la matematică pentru treapta liceală.
2. VĂIDEANU, G. *Educația la frontiera dintre milenii*. București: Politica, 1988.
3. CUCOȘ, C. *Pedagogie*. Iași: Ed. Polirom, 2002.
4. IONESCU, M.; BOCOȘ, M. *Tratate de pedagogie modernă*. Pitești: Ed. Paralela 45, 2017.
5. https://ro.sodiummedia.com [accesat la 02.10.2021].
6. CALMUȚCHI, L. Modelarea matematică și realizarea interdisciplinarității în procesul predării chimiei. In: *Proceedings of the 26th Conference on Applied and Industrial Mathematics* CAIM 2018, Chișinău, Moldova.

CZU: 37.016:001.2[372.851+004]

ABORDĂRI INTER/TRANSDISCIPLINARE ÎN CADRUL ORELOR DE MATEMATICĂ ŞI INFORMATICĂ

Cornelia CIMBIR, magistru, grad didactic unu, profesoară de informatică,
Marcela PLATON, grad didactic superior, profesoară de matematică;
IPÎ Liceul Teoretic „Orizont”, Chișinău
Colegiul de Ecologie, Chişinău

Rezumat. Lucrarea se referă la relevanța educaţiei STEM/STEAM în procesul de evaluare al elevilor în cadrul orelor de matematică şi informatică. Educaţia STEM/STEAM vine să completeze demersul educaţional prin învăţarea centrată pe elev, dezvoltarea gândirii critice, colaborare şi comunicare, abordarea problemei prin prisma diferitor arii curriculare. Abordările inter/transdisciplinare în cadrul orelor dezvoltă abilitățile de comunicare, expunerea liberă a opiniei personale, interpretarea rezultatelor obținute, competențe digitale.

Abstract. The paper refers to the relevance of STEM/STEAM education in the evaluation process of students in mathematics and computer science classes. STEM/STEAM education aims at completing the educational approach through student-centered learning, the development of critical thinking, collaboration and communication, approaching the problem in the light of different curricular areas. Inter/transdisciplinary approaches within classes develop communication skills, free statement of personal opinion, interpretation of results, digital competences.

Cuvinte- cheie: proiect, STEAM, interdisciplinar, transdisciplinar, proces educațional, competenţe digitale.
Keywords: project, STEAM, interdisciplinary, transdisciplinary, educational process, digital competences.

Introducere. Inter/transdisciplinaritatea porneşte de la ideea că orice disciplină de învăţământ reprezintă un domeniu deschis, stabilind relații între mai multe disciplini. În aria curriculară „Matematica şi Ştiinţe“, interdisciplinaritatea este inevitabilă, având în vedere aplicabilitatea directă în practică a disciplinelor din aria dată.

Din punct de vedere istoric, ramurile majore ale matematicii au derivat din necesitatea de a face calcule comerciale, de a măsura terenuri și de a predetermina evenimente astronomice cu scopuri agriculturale. Aceste domenii specifice pot fi utilizate, fiid utile pentru a delimita în mod generic tendințele matematicii până în ziua de astăzi, în sensul delimitării a trei tendințe specifice: studiul structurii, spațiului și al schimbărilor [6].

Scopul major al educației matematice în perioada școlarității obligatorii este atât formarea și dezvoltarea gândirii logice, cât și formarea și dezvoltarea competențelor școlare pentru a realiza dezvoltarea deplină a personalității absolventului gimnaziului și de a-i permite accesul la următoarea treaptă de învățământ și/sau integrarea socială a acestuia [2].

Competența matematică constă în capacitatea de a dezvolta și aplica gândirea și perspicacitatea matematică pentru a rezolva o serie de probleme cotidiene. Competența științifică se referă la capacitatea și disponibilitatea de a explica lumea științifică cu ajutorul cunoștințelor și metodologiei specifice, printre care se numără observația și experimentarea, pentru a identifica întrebări și a trage concluzii bazate pe dovezi [4].

Informatica, ca ştiinţă, s-a dezvoltat din matematică. Termenul informatică provine din alăturarea cuvintelor informație și matematică. Alte surse susțin, că provine din combinația informație și automatică [6]. Disciplina informatică contribuie direct la achiziționarea și dezvoltarea competențelor digitale.

Competenţele digitale sunt ansambluri de cunoștințe, abilități, atitudini şi valori, formate și dezvoltate prin învățare, care pot fi mobilizate pentru a identifica și rezolva problemele caracteristice ce apar în procesul acumulării, păstrării, prelucrării şi diseminării informaţiei cu ajutorul mijloacelor oferite de tehnologia informaţiei şi a comunicaţiilor[1].

La nivelul învăţământului secundar, ciclul gimnazial, pe lângă componentele curriculare opţionale şi contextele neformale şi informale de învăţare, un rol important în formarea şi performarea competenţelor digitale fundamentale revine disciplinei şcolare Informatică, care va asigura dezvoltarea gândirii logice şi algoritmice şi formarea unei vaste culturi informaţionale. Anume la acest nivel de învăţământ se preconizează formarea şi performarea sistemică atât a deprinderilor practice şi a abilităţilor de utilizare a mijloacelor oferite de tehnologia informaţiei şi a comunicaţiilor pentru acumularea, păstrarea, prelucrarea şi diseminarea informaţiei, cât şi a competenţelor de algoritmizare[1].

Deşi în prezent, informatica își găsește aplicații în toate domeniile vieții prezența ei este puternic amplificată de impactul pe care îl are Internetul, totuşi, predarea ei ca disciplină de învăţământ este imposibilă fără abordarea conţinuturilor studiate la matematică.

Cercetătorii în domeniul educaţiei au ajuns, pe căi diferite, la aceeaşi concluzie cu Comisia Internaţională pentru Educaţie în Secolul XXI, ce a funcţionat sub egida ONU, coordonator Jacques Delors: că noul tip de educaţie în secolul întâi al mileniului trei se bazează pe patru competenţe fundamentale (numite piloni, stâlpi ai educaţiei): a învăţa să cunoşti (să ştii); a învăţa să faci; a învăţa să trăieşti împreună cu ceilalţi; a învăţa să fii; toate aceste competențe sunt de origine şi de esenţă transdisciplinară [4].

Știința, tehnologia, ingineria și matematica (STEM) folosesc cunoștințe și procese de interogare pentru a înțelege și acționa asupra lumii înconjurătoare[4].

Disciplinele STEM sunt predate integrat, interdisciplinar, bazându-se pe legătura cu realitatea, pe observație directă, pe experiment, pe logică, pe experiența copiilor. De aceea, unul din obiectivele prioritare ale educației STEM este utilizarea cunoașterii disciplinare într-o abordare integrată, prin învățarea bazată pe probleme nonstandard și pe elaborarea de proiecte.

Pornind de la ideea că matematica şi informatica sunt două discipline simbiotice şi complementare vom prezenta în continuare o situație din cotidian ce poate fi abordată din perspectiva STEM/STEAM, prin aplicarea în practică a cunoştinţelor teoretice acumulate în cadrul orelor de matematică și informatică.

Reparaţii în locuinţa mea. Proiect STEAM individual.

Proiectul poate fi aplicat, propunând diferite nivele de complexitate, în dependență de vârstă. Pentru realizarea proiectului elevul va avea nevoie de următoarele resurse:

- *Informaționale*: unitățile de măsură pentru lungime, unitățile de măsură pentru arie, unități de măsură pentru capacitate, transformări, operații aritmetice cu numere naturale, numere zecimale și rotunjirea numerelor zecimale, formule de calcul a ariei, perimetrului dreptunghiului/pătratului, abilități de lucru cu instrumente de măsură a lungimii segmentului, tipuri de date, elaborarea algoritmilor, transpunerea algoritmilor în programe cu ajutorul limbajelor de programare de nivel înalt, abilități de lucru cu programe de procesare de texte și programe de calcul tabelar, editarea textelor conform unor cerințe stabilite, crearea tabelelor, crearea diagramelor, crearea chestionarelor cu ajutorul Google Forms, realizarea schițelor cu ajutorul aplicațiilor software specializate, abilități de lucru cu instrumente Web pentru crearea cărților digitale.
- *Echipamente*: ruletă, materiale de papetărie, aparat foto, calculator, acces la rețeaua Internet.
- *Programe de calculator*: Editor de calcul tabelar, editor de texte, medii de dezvoltare a programelor în limbaje de programare de nivel înalt FreePascal, Pascal online, C++ sau echivalente.

Durata estimativă a proiectului: 15 – 20 zile.

Etapele proiectului:

1. Alege motto-ul proiectului: un citat dintr-o operă literară sau un proverb, un vers dintr-un cântec care să exprime atitudinea față de casa în care locuiești. Argumentează alegerea printr-un minieseu scris pe o pagină în Microsoft Word, pe coală de format A4.

Cerințe față de scrierea textului:

- titlul minieseului se va scrie cu majuscule aldine (Bold), folosind font Times New Roman, corp de literă 14, alinierea – centru (Center);
- marginile trebuie să aibă următoarele dimensiuni: Top – 1.5 cm; Bottom – 1.5 cm; Left – 2 cm; Right – 2 cm;
- pentru scrierea textului se va folosi font Times New Roman, corp de literă 14, interval între rânduri 1.15 mm, scrierea cu diacritice, alinierea stânga-dreapta (Justify);
- pagina va conține bordură (tipul, culoarea și grosimea liniei pentru bordură se stabilește individual).

2. Efectuează măsurări într-o cameră din locuință și organizează datele într-un tabel. Exprimă rezultatele în diferite unități de măsură. Pentru crearea tabelului utilizează un editor de calcul tabelar.

Tabelul 1. Dimensiuni

Unități de măsură	m	dm	cm
Lungimea camerei			
Lățimea camerei			
Înălțimea camerei			
Înălțimea ferestrei 1			

Lățimea ferestrei 1			
Înălțimea ferestrei 2			
Lățimea ferestrei 2			
Înălțimea ușii 1			
Lățimea ușii 1			

3. Planifică o listă de activități pentru reparații, de exemplu:
   - acoperirea pereților cu tapet;
   - acoperirea podelei cu mochetă, parchet sau gresie;
   - instalarea baghetei pe conturul podelei sau tavanului.
4. Informează-te despre materialele necesare pentru reparația planificată. Organizează informația într-un tabel creat cu ajutorul unui editor de calcul tabelar:
   - dimensiuni pentru rulouri de tapet, mochetă, scânduri de parchet;
   - producător;
   - țara de origine;
   - prețuri.
5. Creează un chestionar cu 7-10 întrebări pentru a stabili tendințele de design interior în anul 2021.
   - Creează chestionarul cu ajutorul Google Forms.
   - Transmite linkul formularului la 12-15 persoane pentru a primi răspunsuri.
   - Extrage rezultatele chestionarului în Excel.
   - În baza datelor colectate, creează o diagramă care ar reprezenta tendințele de design interior în anul 2021.
6. Efectuează calcule şi determină cantitățile de materiale necesare și costurile:
   - vopsea pentru tavan;
   - mochetă, parchet sau gresie pentru acoperirea podelei;
   - tapet pentru acoperirea pereților.
7. Elaborează un program care calculează și afișează pe ecran suma de bani necesară pentru efectuarea reparației.
8. Realizează o schiță a camerei. Alege o gamă de culori preferată şi ilustreaz-o printr-o imagine foto, desen sau imagine creată cu ajutorul unei aplicaţii.
9. Creează o carte digitală pentru prezentarea proiectului realizat. Poți utiliza unul din instrumentele web pe care le cunoşti (StoryJumper, Bookcreator, Canva, Genially etc.)
10. Postează-ţi proiectul pe platforma specificată de profesor, prin încărcarea linkului cărții digitale.
11. Implică-te în evaluarea reciprocă a proiectelor.

Produse finale:

- Colecție de cărți digitale create de elevi (proiecte individuale).
- Tabele cu dimensiuni și transformări în diferite unități de măsură.

- Colecţii de fotografii, desene, imagini.

Concluzii

Proiectele STEM/STEAM contribuie eficient la realizarea conexiunilor inter/transdisciplinare.

Abordarea interdisciplinară şi transdisciplinară a conţinuturilor ştiinţifice din programele şcolare oferă elevilor imaginea aceluiaşi conţinut privit din perspectiva diferitelor discipline şi relaţionările acestora. Elevul este pus în situaţia să gândească să-şi pună întrebări să facă legături între aspectele studiate la fiecare disciplină în parte şi astfel nu va mai percepe fenomenul studiat izolat, ci cumulând ceea ce ştie despre el din punctul de vedere al diferitelor discipline, acestea completându-se şi influenţându-se reciproc. Elevii sunt implicați în situații de învățare autentice, semnificative, care includ proiectarea, realizarea, testarea, reflectarea și documentarea.

Prin urmare proiectele STEM/STEAM contribuie la:

- dezvoltarea gândirii critice și autocritice a elevului;
- încurajarea inovației;
- dezvoltarea abilității de colaborare, comunicare și inter relaționare cu semenii;
- sporirea la elevi a motivației pentru învățare;
- dezlănțuirea creativității interioare;
- învățarea centrată pe elev;
- creșterea responsabilității față de propria învățare;
- încurajarea curiozității și gândirii analitice.

Educația STEM/STEAM are un caracter practico-aplicativ care dezvoltă capacitatea elevilor de a se transpune în viața reală.

Bibliografie

1. Ministerul Educaţiei al Republicii Moldova. Standarde de competenţe digitale ale elevilor din ciclul primar, gimnazial şi liceal, Chişinău, 2015.
2. Ministerul Educaţiei, Culturii şi Cercetării al Republicii Moldova. Curriculum național. Matematică clasele (V-IX) Chişinău, 2020.
3. Ministerul Educaţiei, Culturii şi Cercetării al Republicii Moldova. Curriculum național. Informatică clasele (VII-IX) Chişinău, 2020.
4. DELORS, J. Learning, the Treasure Within. Report to UNESCO of the International Commission on Education for the Twenty-first Century/L'0ducation: un tresor est cache dedans, UNESCO, 1996 (traducere în limba româna: Comoara lăuntrică. Raportul către UNESCO al Comisiei Internaționale pentru Educație în sec. XXI). Iași: Polirom, 2000.
5. Sourse:https://www.schooleducationgateway.eu/ro/pub/theme_pages/science-and-mathematics-stem.htm
6. Sourse: https://ro.wikipedia.org

CZU: 37.016:001.2+37.036:51

ÎNVINGĂTORI PE PISTA CUNOAȘTERII

Nicoleta DICU, profesor de matematică

Școala gimnazială „Ion Ciorănescu” Moroeni, județul Dâmbovița, România

Rezumat. Conform tendinţei actuale de învăţare centrată pe elev, abordarea STEM [2] (științe, tehnologii, inginerie și matematică) are rolul de a propulsa elevul pe o treaptă superioară a cunoaşterii, integra toate domeniile implicate într-o paradigmă de învățare coerentă, bazată pe aplicații desprinse din realitate, ceea ce devine un punct cheie în pregătirea acestuia, prin promovarea și utilizarea unor metode de predare bazate pe explorare, investigare și anchetă.

Activitatea propusă „Învingători pe pista cunoașterii” a fost desfășurată cu elevii claselor a VII-a și a VIII-a, pe echipe și s-a bazat pe fapte din viața de zi cu zi, dar și experimente care i-au ajutat pe elevi să pună întrebări, să conecteze punctele de cunoaștere, să rezolve probleme, să gândească creativ și să fie inovativi.

Abstract. According to the current student-centered learning trend, the STEM [2] approach (science, technology, engineering and mathematics) is designed to push the student to a higher level of knowledge, integrating all the fields involved into a coherent learning paradigm based on applications that are taken from the reality, this is becoming a key point in its preparation by promoting and using teaching methods focused on exploration and investigation.

The proposed activity ”Învingători pe pista cunoașterii” was carried out with the students of the 7th and 8th grades on teams and was based on facts from everyday life, but also on experiments that determined them to ask questions, connect points of knowledge, solve problems, think creative and be innovative.

Cuvinte cheie: interdisciplinaritate, creativitate, experiment, competențe STEM, matematică.

Keywords: Interdisciplinarity, creativity, experiment, STEM skills, mathematics.

Introducere

Pentru activitatea interdisciplinară, efectivul de elevi a fost organizat în trei grupe, fiecare grupă și-a ales un motto. Grupele stabilite s-au pregătit materialele necesare și au răspuns întrebărilor profesorului. Profesorul comunică competențele vizate:

Competente cheie:

CC1. Competenţe în matematică şi competenţe de bază în ştiinţe şi tehnologii

Competente generale:

CG1: Cunoaşterea şi înţelegerea fenomenelor fizice, a terminologiei, a conceptelor, a legilor şi a metodelor specifice domeniului; explicarea funcţionării şi utilizării unor produse ale tehnicii întâlnite în viaţa de zi cu zi

CG2: Investigarea ştiinţifică experimentală şi teoretică

CG3: Rezolvarea de probleme practice şi teoretice prin metode specifice

CG4: Comunicarea folosind limbajul ştiinţific

Competente specifice:

CS1: Descrierea fenomenelor fizice studiate, întâlnite în activitatea practică, după criterii date

CS2: Identificarea unor caracteristici ale fenomenelor pe baza observării acestora

CS3: Reprezentarea grafică a unor mărimi fizice sau variaţii ale acestora determinate experimental

CS4: Realizarea transferului cunoştinţelor dobândite prin studiul fizicii în domeniul general al ştiinţelor şi tehnicii

CS5: Realizarea unor aplicaţii experimentale, individual sau în echipă, prin urmarea unor instrucţiuni date

CS6: Elaborarea de experimente simple, în echipă sau individual şi verificarea validităţii lor prin experiment dirijat sau nedirijat

Desfășurarea activității: Elevii primesc fișă de lucru cu temele propuse, lucrează în echipe și liderul grupului prezintă rezultatul final care este evaluat și apreciat.

Tema nr.1 „A sosit poștasul!”

„Prietenul nostru, din Franta, automobilist a fost surprins de radar cu 250 Km/h pe o porțiune de șosea cu viteza limitată la 70. Polițiștii i-au retras permisul de conducere. Au procedat corect?

«Onorata Curte, într-adevăr, am văzut semnul de circulație de "70", scris cu negru pe fond alb și încadrat într-un cerc roșu, pe un panou fără nicio altă indicație de unități de măsură. După cum știți, Legea din 4.07.1837 impune ca obligatoriu în Franța sistemul metric,iar Decretul nr. 65-501 din 3 mai 1961, modificat conform directivelor europene, definește ca unități de bază legale unitățile Sistemului International (S.I.). În sistemul de unități S.I., unitatea de masură a lungimii este metrul, iar unitatea de măsură a timpului este secunda, iar unitatea de măsură legală a vitezei este m/s. Eu nu pot să-mi imaginez nicio clipă că Ministerul de Interne nu ar aplica Legile Republicii.

Prin urmare, 70 m/s corespund exact unor 252 km/h. Politiștii au afirmat că... eu am fost cronometrat cu 250 km/h, lucru pe care eu nu-l contest. Mă aflam, deci, cu 2 km/h sub limita autorizată de viteză”.

Vă rog să luați notă, să-mi restituiți permisul de conducere și să-mi permiteți să mă retrag. Am onoarea să vă salut.»"

Soluție: Ce calcul a efectuat prietenul nostru?

Varianta a: $252\ km/h = \frac{252000\ m}{3600\ s} = \frac{2520\ m}{36\ s} = 70 m/s$

Varianta b: $70\frac{m}{s} = \frac{\frac{70}{1000}}{\frac{1}{3600}}\frac{km}{h} = \frac{70}{1000} km * \frac{3600}{1h} = 252\frac{km}{h}$

În ambele variante, prietenul nostru a calculat corect și a respectat limita de viteză, important este să cunoaștem unitatea de măsură în S.I.

Tema nr.2: „Stafidele care dansează”

Materiale necesare: 330ml de băutură răcoritoare acidulată incoloră (cum ar fi Sprite sau 7Up), un cilindru gradat sau un pahar înalt, câteva stafide.

Turnaţi băutură răcoritoare în cilindrul gradat sau în pahar. Observaţi bulele care se ridică de la fundul paharului. Acele bule sunt create de dioxidul de carbon, în forma gazoasă, care este eliberat din băutură. Puneţi 6 sau 7 stafide în pahar. Priviţi-le pentru

câteva secunde. Se scufundă sau plutesc? Continuaţi să le priviţi; Ce se întâmplă în următoarele minute?

Elevii realizează experimentul, observă şi răspund la întrebări.

Soluție: Stafidele sunt mai dense ca apa, astfel când le puneţi la început în pahar ele se vor scufunda la fundul paharului. Băutura răcoritoare carbogazoasă eliberează bule de dioxid de carbon. Când aceste bule se lipesc de suprafaţa aspră a stafidelor, acestea vor fi ridicate datorită creşterii flotanţei acestora. Când stafidele ajung la suprafaţă, bulele se sparg, iar dioxidul de carbon este eliberat în atmosferă. Astfel stafidele pierd din flotabilitate şi se vor scufundă. Această mişcare de ridicare şi scufundare a stafidelor va continua până când majoritatea dioxidului de carbon din băutură va fi eliberat în atmosferă şi aceasta va deveni plată. Mai mult, cu timpul stafidele se vor îmbiba cu lichid şi vor deveni prea grele pentru a se ridica la suprafaţă.

Acest experiment poate fi făcut practic cu orice obiect cu suprafaţă aspră şi cu densitate cu puţin mai mare ca a apei (de exemplu bucăţi de paste făinoase - melcişori).

Băuturile carbogazoase sunt preparate prin îmbutelierea acestora în recipiente sub înalta presiune cu dioxid de carbon. Această presiune face ca dioxidul de carbon să se dizolve în lichid. Când deschideţi o sticlă sau doza de băutură carbogazoasă, zgomotul pe care îl auziţi se datorează dioxidului de carbon ce iese afară din recipient. Când recipientul este deschis, scăderea presiunii permite ca o parte din gazul dizolvat sa fie eliberat din lichid. Astfel se produc bulele dintr-o băutură carbogazoasă.

Tema nr.3 „Documentare individuală”

Ana vrea să o ajute pe mama în bucătărie, la prepararea unei prăjituri. Stiți cum a verificat Ana prospețimea ouălor?

Elevii realizează experimentul și notează concluziile.

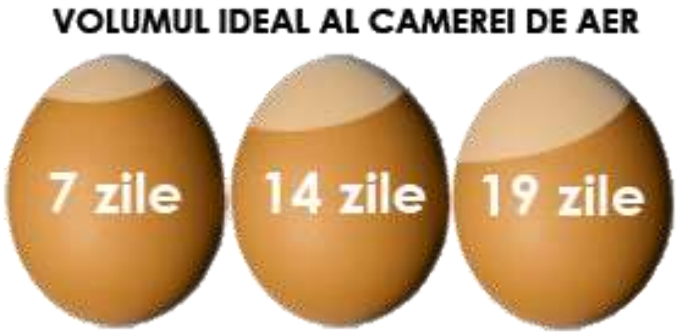


Figura 1. Volumul ideal al camerei de aer

Soluție: La introducerea ouălor în apă, unele ajung pe baza vasului, iar altele plutesc la diferite adâncimi, în interiorul apei.

- un ou proaspăt (cu data de obținere recentă) are camera cu aer mică, interiorul cojii fiind ocupat de gălbenuș și albuș care au în compoziție, pe lângă alte substanțe, multă apă (peste 60%). Aceste ouă rămân la baza vasului cu apă;

- un ou vechi, are camera cu aer mai mare deoarece o parte din apa albușului se evaporă ieșind prin porii cojii, iar locul ei este luat de aer și oul devine mai ușor, putând să plutească în interiorul apei. Cu cât un ou este mai vechi, cu atât va pluti mai aproape de suprafața liberă a apei.

Elevii precizează că scufundarea în apă a ouălor crude reprezintă o metodă de verificare a prospețimii acestora.

Tema nr. 4 „Umbra copacului”[3]

Într-o zi cu soare, Ioana, a cărei înălțime este de 1,60 m, s-a hotarat să afle ce înălțime are copacul din curtea casei sale. Ea a plecat de lângă copac și a mers 12 m. S-a oprit și a constatat că vârful umbrei sale se suprapune exact peste vârful umbrei copacului. Dacă umbra Ioanei avea lungimea de 6 m, determinați înălțimea copacului.

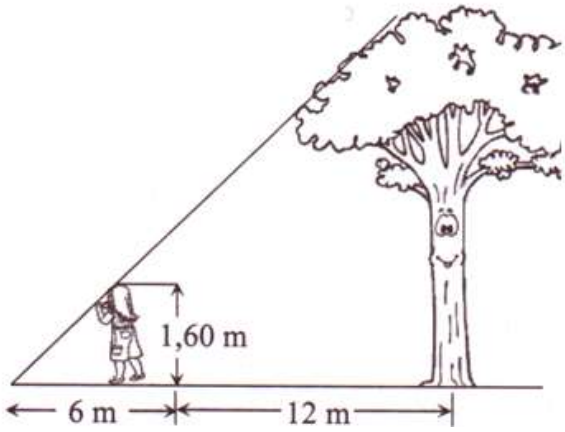


Figura 2. Umbra unui copac

Elevii analizează problema, realizează desenul corespunzător și redactează soluția.

Soluție: Umbra copacului are lungimea de 18 m, iar umbra Ioanei are lungimea de 6m, adică de trei ori mai mare decât umbra Ioanei.

Se obțin două triunghiuri asemenea, astfel avem: $\Delta ABC \sim \Delta ADE \Leftrightarrow \frac{AB}{AD} = \frac{AC}{AE} = \frac{BC}{DE}$ de unde rezultă proporţia $\frac{6\,m}{18\,m} = \frac{1{,}6\,m}{x} \Leftrightarrow x = \frac{18\,m \cdot 1{,}6\,m}{6m} \Leftrightarrow x = 1{,}6\,m \cdot 3 \Leftrightarrow x = 4{,}8\,m.$ Copacul are înălţimea egală cu 4,8m.

Tema nr.5 „Piramida lui Keops” [1]

Stiați că:

- Piramida face parte din complexul de la Gizeh, oraș egiptean situat în apropierea capitalei Cairo.
- „Marea Piramida” a fost cea mai înaltă construcție din lume, până în secolul al IX-lea, în 1889 când a fost construit Turnul Eiffel.
- Piramidele egiptene sunt cele mai vechi dintre „Cele 7 Minuni ale Lumii” și singurele care au supraviețuit timpului.
- Este înaltă de 137 de metri (a pierdut 9 metri din înăltime în timp) și a fost construită din 2.300.000 de blocuri de piatră, fiecare bloc cântărind în medie 2,5 tone.

- Camera mortuară a faraonului se afla chiar în mijloc, în „inima” piramidei și era accesibilă numai din „Marea Galerie” în care se ajunge pe un culoar ascendent. Pereții acestei camere au fost construiți din granit roșu, iar pietrele au fost îmbinate atât de bine, încât nu intra printre ele nici măcar o carte de joc.

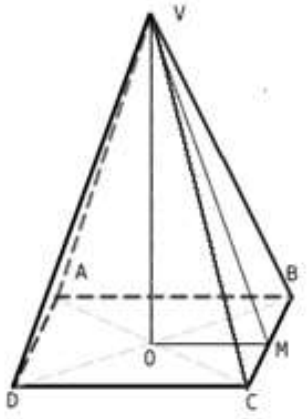


Figura 3. Piramida patrulateră regulată

Sarcină de lucru: Una dintre cele sapte minuni ale lumii antice este piramida lui Keops, care a fost construită din piatră pentru a servi drept mormânt acestui faraon. Terminată în jurul anului 2560 î.e.n, ea are forma unei piramide patrulatere regulate cu înălțimea h=150 m și latura bazei l=200 m (aceste date sunt rotunjite pentru simplificarea calculelor; dimensiunile reale sunt h=138m și l=227m).

1. Câti ani se împlinesc în anul 2020 de la terminarea construcției piramidei lui Keops?
2. Aflați câte tone cântărește piramida, stiind că 1 m^3 de piatră cântărește 2,5 tone.

Elevii citesc cu atenție informațiile, culeg datele, realizează desenul corespunzător unei piramide patrulatere și rezolvă problema.

Soluție:

1. 2560 ani+ 2020 ani = 4580 ani.
2. $V = \frac{Ab \cdot h}{3} = \frac{150\ m \cdot 40\ 000\ m^2}{3} = 40\ 000 \cdot 50\ m^3 = 2\ 000\ 000\ m^3$de piatră.

Dacă 1 m^3 de piatră cântărește 2,5 tone.

2.000.000 m^3 de piatră cântăresc 2.000.000 *2,5 t= 5.000.000 t.

Metode și materiale aplicate: descoperirea dirijată, conversaţia euristică, explicaţia, munca în echipă, problematizarea, investigarea, autoevaluarea, expunerea sistematică, observaţia, experimentul.

Fișele de lucru, laptop, videoproiector, băutură răcoritoare acidulată incoloră, un cilindru gradat sau un pahar înalt, câteva stafide, ouă, vas cu apă, trusă de geometrie, caiete, resurse online.

Rezultate obținute:

- valorificarea potenţialului creativ și inventiv al elevilor participanți;
- dezvoltarea spiritului competitiv şi de lucru în echipă;

- creşterea capacităţii de analiză şi sinteză a informaţiilor și de învățare coerentă, bazată pe aplicații desprinse din viața cotidiană;
- orientarea intereselor elevilor din grupul-ţintă spre activitățile interdisciplinare;
- formarea deprinderilor de a le aplica în contexte practice şi variate noțiunile învățate la disciplinele din cadrul ariei curriculare Științe.

Concluzii

Activitatea desfășurată a avut un impact pozitiv asupra elevilor, aceștia au observat, adresat întrebări, formulat idei, ipoteze, au experimentat și au pus în practică ce au descoperit, reușind să formuleze și să transmit concluzii. Caracterul aplicativ a stârnit interes pentru lucru și învățare, temele propuse pentru discipline studiate au fost abordate ca un întreg, de unde reiese faptul că modelul STEM [2] le integrează într-o pardigmă de învățare coezivă, este o metodă activă, aplicată, de a „învăța prin a face”.

Bibliografie

1. Sourse: https://ro.wikipedia.org/wiki/Marea_Piramid%C4%83_din_Giza
2. Sourse: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/54-56_30.pdf
3. NEGRILĂ, Anton; NEGRILĂ, Maria. M*atematica algebră și geometrie, mate 2000 consolidare, clasa a VII-a, ediția a VII-a.* Piteşti: Ed. Paralela 45 Educațional, 2018. 183p. ISBN 978-973-47-2765-0.

CZU: 37.016:371.3004

EDUCAȚIA STEM ȘI STEAM ÎN PROCESUL EDUCAȚIONAL LA MATEMATICĂ

Lucia GULEAC, profesor de matematică, grad didactic unu
Liceul Republican cu Profil Sportiv, Chișinău

Rezumat. Lucrarea abordează necesitatea implementării educaţiei STEM /STEAM în contextul procesului educational la disciplina matematică. În învăţământul gimnazial şi liceal, soluţiile STEAM vin să sporească progresul instructiv-educativ prin punerea accentului pe învăţare în bază de proiect şi pe gândirea de tip design, iar spaţiile inovative de tip ASQ sau Canva oferă o legătură strânsă cu cerinţele şi procesele reale de pe piaţa muncii, având ca finalitate un absolvent de calitate, care se poate angaja şi integra uşor în societate, punând în lumină modelul activităților STEM în proiectele la matematică ale elevilor și are implicații pentru promovarea integrării STEM în învățământul gimnazial/liceal.

Abstract. This study spouts the relevance of STEM and STEAM education in the context of the educational process. For gymnasial and lyceum education, STEAM solutions enhance the teaching and learning processes with a specific accent on project-based learning and design thinking methodology. Moreover, innovative spaces, such as ASQ and Canva, can link the education system to job market needs, sheding light on the pattern of STEM activities in students' science projects, and has implications for promoting STEM integration in gymnasial and lyceum education.

Cuvinte-cheie: educaţie STEM şi STEAM, competenţe digitale, învăţare în bază de proiect, ASQ, Canva .
Keywords: STEM and STEAM education, digital competencies, project-based learning, ASQ, Canva.

Introducere

Educația STEM/STEAM este o abordare combinată care încurajează experiența practică și le oferă copiilor șansa să aplice cunoștințe relevante, „din lumea reală", chiar la clasă sau acasă. STEM/STEAM îmbină acele discipline pentru a preda „abilitățile secolului XXI" sau instrumentele pe care elevii trebuie să le aibă dacă doresc să reușească în joburile din viitor.

Ce este STEM? Acronimul provine din limba engleză și se referă la 4 subiecte: Science, Technology, Engineering și Maths (știință, tehnologie, inginerie și matematică). Scopul acestei abordări este de a crea un mediu de învățare în care copiii folosesc abilitățile din aceste 4 domenii pentru a rezolva probleme reale. Provocările educației STEM includ ideea de lucru în echipă, de dialog, de punerea întrebărilor relevante, de căutarea informațiilor importante și de contextualizarea acestora în vederea descoperirii celor mai bune soluții. Scopul educației STEM este de încuraja copiii să descopere soluții inovative printr-o varietate de opțiuni. Astfel în prezent lumea noastră este construită în jurul abilităților STEM și avem nevoie să creștem copii care:

- pun întrebări relevante;
- creează soluții noi;
- formulează planuri;
- conduc cercetarea;
- aplică ce au descoperit în lumea reală.

Educația STEM nu doar îi expune pe copii acestor experiențe de învățare, ea îi ajută să creeze o abordare inovativă pe care o pot folosi și la vârsta maturității.

Ce este STEAM?

- **S-super distracție**, se încurajează întrebările, explorarea și acel simț de uimire în ceea ce privește lumea din jurul lor.
- **T-team-work,** educația STEAM îi învață pe copii despre lucrul în echipă. Astfel se creează un mediu în care copiii învață să colaboreze, să asculte activ și să implementeze ideilor altora.
- **E – energie în rezolvarea problemelor,** una din cele mai valoroase componente ale educației STEAM este încurajarea copiilor de a veni cu soluții noi; învățarea că nu există o singură soluție-copiii pot sugera mai multe opțiuni, le pot dezvolta și testa.
- **A – accent pe concentrare,** educația STEAM este despre întrebări, inovație, gândire critică – despre întreg procesul educațional din spatele soluției.
- **M – multiple abordări/stiluri de învățare,** abordarea integrată a procesului de învățare înseamnă că fiecare student este inclus în funcție de apetențele, experiența și stilul său de asimilare a informației.

Activitățile STEAM sunt foarte hands-on – ele necesită implicarea fizică a participanților și experiențe multisenzoriale care îi ajută pe copii să se îndrăgostească de ceea ce fac. Majoritatea proiectelor STEAM implică copii care lucrează în echipă sau în doi pentru a descoperi o soluție la o anumită problemă. Educația STEM pune mai mult accent pe procesul educațional decât pe rezultat (note, premii). Sigur, scopul final este de a descoperi soluția cea mai bună dar STEM este mai mult decât scopul final. Un copil reticent în a citi cu voce tare poate înflori în momentul în care trebuie să descopere o soluție out of the box sau un elev intimidat de matematică se poate inspira din biografia unuia dintre cei mai respectați și renumiți oameni de știință din istorie.

Avantajele STEM/STEAM în procesul educațional:

- Proiectele STEM și STEAM promovează învățarea prin experiment permit explorarea deschisă și investigarea, identificarea problemelor de rezolvat și găsirea soluțiilor potrivite. Cu cât sunt mai multe simțuri implicate în educație, cu atât îi vor ajuta să își amintească mai ușor ceea ce învață.
- Educația STEM include activități reale de soluționare a problemelor mondiale. Teme proiectelor STEM au la bază întotdeauna situații reale din viața de zi cu zi. Includerea activităților de acest fel ajută copiii să se concentreze asupra părților importante ale educației, cum să o aplici în viața reală.
- Integrează arta cu știința într-un mod FUN. Educația STEAM conectează subiecte aparent contrare.

- Încurajează curiozitatea și gândirea analitică. Copiii trebuie ajutați să înțeleagă de ce se întâmplă lucrurile într-un anumit mod. Kiturile de electronică, spre exemplu, îi provoacă să facă legături logice între cauze și efecte aplicat pe domeniul electronicii.
- Le oferă copiilor un control mai mare asupra învățării. Noi credem că un avantaj cu adevărat important al educației STEM este că le oferă o parte din controlul procesului de învățare. Când au control, le pasă mai mult. Vor prelua sarcina mai ușor și vor fi mai implicați și mai dispuși să facă lucrurile să se întâmple.

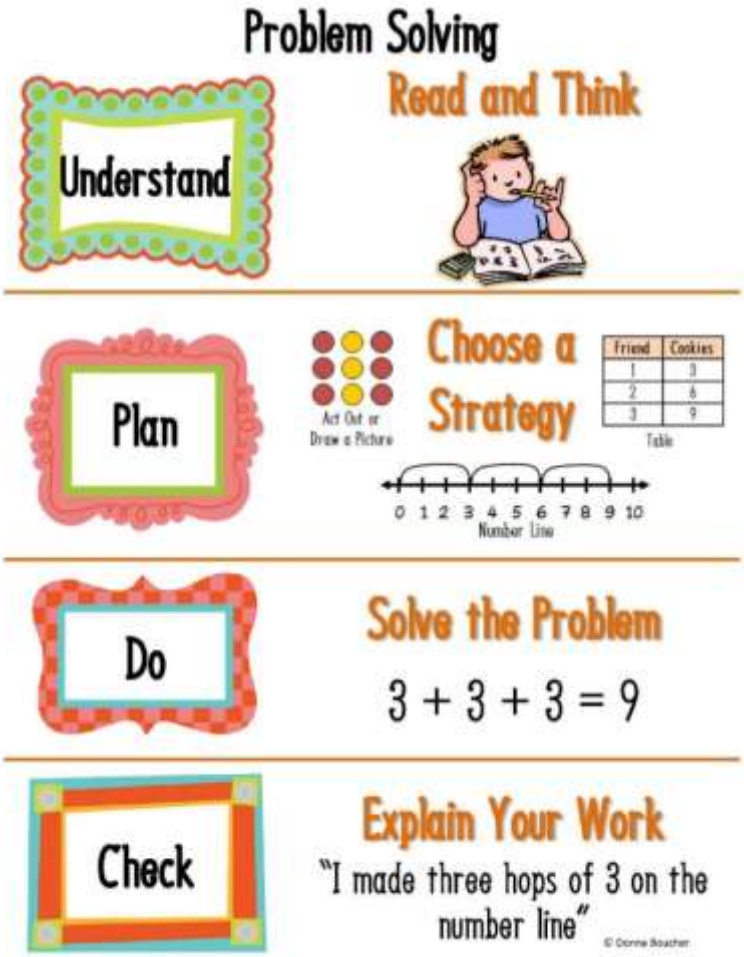


Figura1. Etapele de rezolvare a unei probleme matematice în mod creativ

STEM/STEAM în procesul educațional la matematică: Știința și învățarea matematică sunt legate de problemele din lumea reală. Există sarcini de învățare bazate pe proiecte în care studenții fac observații, identifică probleme și creează soluții în mod independent și împreună cu colegii lor. Acesta este modul în care oamenii de știință lucrează cu adevărat. Atunci când este cazul, designul și estetica sunt luate în considerare în proiecte. Învățarea pe bază de proiect include utilizarea altor abilități legate de conținut, cum ar fi citirea, scrierea clară și persuasivă, utilizarea corectă a matematicii pentru analizarea datelor și multe altele. Toți elevii, inclusiv fetele, minoritățile și elevii care se confruntă cu dificultăți, au oportunități și

au acces la instruirea STEM bazată pe proiecte, implementate în cadrul orelor cu ajutorul instrumentelor digitale și de proiect:

Classroom – este o aplicație pentru educație construită de Google împreună cu profesorii pentru a-i ajuta să economisească timp, să predea lecțiile mai ușor și să faciliteze comunicarea și colaborarea cu elevii atât în timpul orelor cât și în afara acestora.

Learningapps - este un ajutor pentru profesori şi pentru elevi. Profesorul are posibilitatea să structureze materialul pe care doreşte să-l predea în cel mai bun mod, sau să se folosească de exercițiile oferite de colegi. Pentru elevi, LearningApps oferă moduri cât mai interactive şi atrăgătoare de însuşire a noilor informaţii. Prin intermediul LearningApps elevul va învăţa mult mai uşor prin descoperire şi mai ales prin interactivitate. Spre deosebire de un profesor care trebuie sa explice un subiect la cel putin 20 de elevi, neputînd acorda atenţie fiecarui elev în parte, aplicația permite individualizarea procesului didactic acordînd fiecărui elevului toată atenţia sa.

ASQ.ro – este O soluție educațională în continuă dezvoltare. Adecvată pentru toate disciplinele de învățământ și toți anii de studio. O revoluție în modul de a învăța, dar și o metodă didactică alternativă, adaptată la sistemul de învățământ existent.

Canva - este un instrument online pentru proiectare de piese de conținut, este un instrument gratuit. Canva este foarte ușor de utilizat datorită interfeței sale drag-and-drop foarte intuitive. De asemenea, nici nu trebuie să vă faceți griji că începeți de la zero, deși puteți face asta dacă doriți. Există o mulțime de șabloane din care puteți alege pentru a lucra cu mai multe categorii. Acestea includ infografice, postere și chiar cărți de vizită.

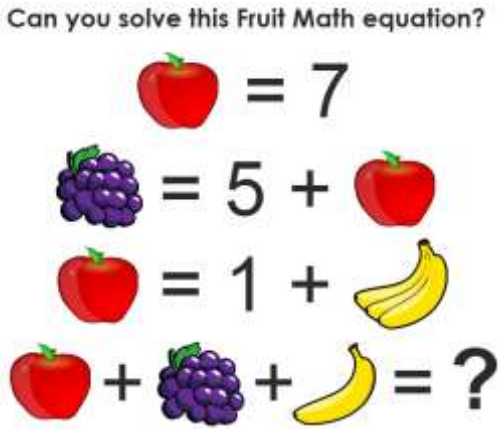


Figura2. Metode interactive de învățare a matematicii

Concluzii

În ciuda diferențelor dintre STEM și STEAM, există oportunități de creștere în toate ocupațiile din domeniile știință, tehnologie, inginerie, artă și matematică. Este important ca elevii să aleagă un curriculum bazat pe abilitățile lor individuale, obiectivele carierei și interesele. Dacă există o lecție de luat de la apariția STEAM, profesioniștii STEM aspiranți ar trebui să dezvolte atât seturi de abilități dure, cât și mai sofisticate, pentru a-i face solicitanți și performanți mai puternici pe piața muncii.

Pe măsură ce proiectele devin mai complexe și tehnologia continuă să transforme natura locurilor de muncă, formarea pentru abilitățile software este o prioritate de top, potrivit LinkedIn. Noile programe de învățământ dedicate abilităților de formare, cum ar fi conducerea, comunicarea și colaborarea, vor ajuta profesioniștii de toate tipurile să reușească în era AI și a tehnologiei, deoarece acestea sunt abilități pe care mașinile nu le pot învăța, automatiza sau prelua de la oameni.

Bibliografie

1. https://www.edcan.ca/articles/7-innovative-educational-tools-for-teaching-stem-steam-courses/
2. https://www.edutopia.org/article/STEAM-resources
3. https://blog.robofun.ro/2019/09/11/educatia-stem-ce-este-si-de-ce-este-importanta-pentru-copii/
4. https://blog.edituradph.ro/2021/03/26/despre-educatia-stem-ce-este-si-de-ce-este-importanta/

CZU: 37.016:371.3004

METODOLOGIA REALIZĂRII CONEXIUNILOR TRANSDISCIPLINARE ÎN CADRUL STUDIERII MATEMATICII

Lucia GULEAC, profesor de matematică, grad didactic unu
Liceul Republican cu Profil Sportiv, Chișinău

Rezumat. Dinamica socială a ultimelor decenii aduce în faţa lumii contemporane o serie de provocări, faţă de care domeniul educaţiei nu poate ramâne indiferent.Transdisciplinaritatea este o abordare nouă în predare-învăţare, iar abordările transdisciplinare care împlică disciplina Matematica pun elevii în situaţia de a utiliza cunoştinţele matematice în alte contexte decât cele propriu-zise, descoperind astfel elevilor utilitatea matematicii. Astfel, motivaţia elevilor pentru învăţarea matematicii creşte. ,,Învăţarea centrată pe copil este o abordare a educaţiei care se focusează pe nevoile elevului, şi nu pe ale celorlaţi actanţi ai procesului educaţional, cum ar fi profesorii ori administraţia instituţiei," (C.Rogers)

Abstract. The social dynamics of the last decades bring in front of the contemporary world a series of challenges, to which the field of education cannot remain indifferent. Transdisciplinarity is a new approach in teaching-learning, and transdisciplinary approaches involving Mathematics mathematics in a context other than mathematics, thus revealing to students the usefulness of mathematics. Thus, students' motivation to learn mathematics increases. "Child-centered learning is an approach to education that focuses on the needs of the student, and not on the other actors in the educational process, such as teachers or the administration of the institution" (C.Rogers)

Cuvinte-cheie: transdisciplinaritate, matematică, utilitate, motivaţia elevilor, dinamica socială.
Keywords: transdisciplinarity, mathematics, utility, student motivation, social dynamics.

Introducere

„Pentru că ne aflăm astăzi în plină revoluţie a inteligenţei, trebuie să înţelegem că transdisciplinaritatea ne descoperă dimensiunea poetică a existenţei, traversând, aşa cum am spus, toate disciplinele, dincolo de ele. A nu se confunda, însă, cu pluridisciplinaritatea şi interdisciplinaritatea." (Basarab Nicolescu).

Principalele niveluri ale integrării cunoștințelor sunt:

- integrarea INTRADISCIPLINARĂ
- integrarea MULTIDISCIPLINARĂ
- integrarea PLURIDISCIPLINARĂ
- integrarea INTERDISCIPLINARĂ
- integrarea TRANSDISCIPLINARĂ

Pluridisciplinaritatea / multidisciplinaritatea – formă superioară a interdisciplinarităţii, constă în suprapunerea unor elemente ale diverselor discipline, care colaborează. O temă aparţinând unui anumit domeniu este analizată din perspectiva mai multor discipline, care însă îşi păstrează structura şi independenţa conceptuală.

Interdisciplinaritatea apare ca necesitate a depășirii granițelor artificiale între diferite domenii. Argumentul care pledează pentru interdisciplinaritate constă în aceea că oferă o imagine integrată a lucrurilor care sunt, de regulă, analizate separat.

Monodisciplinaritatea – discipline separate, independente, considerate izolate. Accentuează importanţa fiecărei discipline, văzută, fiecare dintre ele, ca un întreg. Nu există elemente de integrare decât la nivel intradisciplinar.

Trandisciplinaritatea – întrepătrunderea mai multor discipline, sub forma integrării curriculare, cu posibilitatea constituirii, în timp, a unei discipline noi sau a unui nou domeniu al cunoaşterii, prin ceea ce se numeşte fuziune – faza cea mai radicală a integrării. Abordarea integrată, specifică transdisciplinarităţii este centrată pe lumea reală, pe aspectele relevante ale vieţii cotidiene, prezentate aşa cum afectează şi influenţează ele viaţa noastră. Exemplu: Ce înseamnă să fii informat?, „ Ştii cum se formează un raport?”

De ce transdisciplinaritatea? Tehnologia progresează. Ştiinţa impulsionează dezvoltarea sa. Zilnic apar meserii noi. La unele dintre ele nici nu ne gândim deocamdată. Mulţi dintre copiii aflaţi acum pe băncile şcolii vor îmbrăţişa aceste meserii. Abilităţile şi deprinderile de manipulare a informaţiei sunt absolut necesare pentru a supravieţui. Competiţia economică şi industrială reclamă ridicarea nivelului de şcolarizare al tuturor categoriilor sociale. Cunoştinţele dobândite prin învăţare devin o adevărată bogăţie şi sursă de putere. Găsirea unui loc de muncă în ziua de azi presupune că solicitantul:

1. este capabil să gândească critic şi strategic pentru a-şi rezolva problemele;
2. poate învăţa într-un mediu aflat într-o continuă schimbare;
3. îşi poate construi cunoaşterea pe surse numeroase, din mai multe perspective;
4. este capabil să colaboreze la nivel local şi regional.

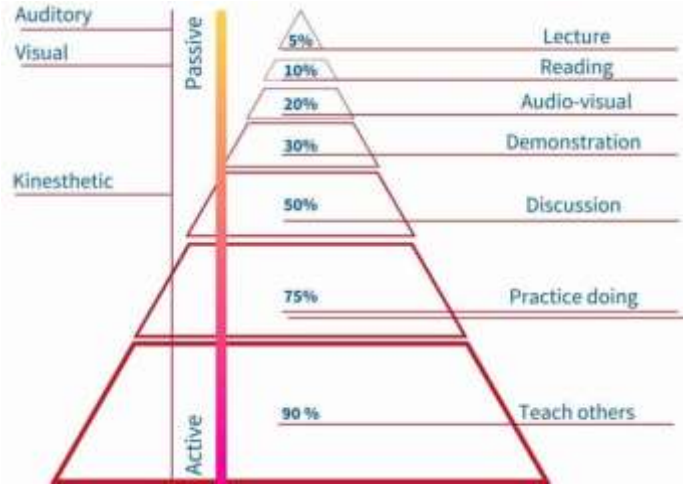


Figura1. Piramida învăţării transdisciplinare

Transdisciplinaritatea devine şansa noastră extraordinară de a dovedi că ştim să fim, ştiind să-i învăţăm pe elevi să înveţe, să facă, să trăiască împreună cu ceilalţi, să fie fericiţi. Michael Gruneberg explică în cartea sa „Aspecte teoretice ale memoriei” că memoria noastră este bazată pe context, ceea ce înseamnă că pierdem rapid cunoștințele dacă nu este legată de nimic. Învățarea transdisciplinară este importantă, deoarece ajută la crearea acestor conexiuni prin obținerea aceleiași idei în diferite subiecte și explicarea ei într-un mod practic, ușor de înțeles. Este atât de important în zilele noastre că elevii învață să rezolve problemele în mod creativ. Ei trebuie să știe că există adesea mai mult decât o singură modalitate de a rezolva o

problemă. Mai mult, diverse studii arată că metodele și materialele de învățare variate îmbunătățesc păstrarea și rechemarea informațiilor de către elevi. Piramida învățării, dezvoltată de Laboratorul Național de Instruire din SUA, sugerează că majoritatea studenților își amintesc doar aproximativ 10% din ceea ce citesc din manuale, dar rețin aproape 90% din ceea ce învață prin predarea altora. Învățarea transdisciplinară îi ajută pe profesorii noștri să aplice diverse și cele mai eficiente metode de predare, așa cum sunt enumerate în piramidă și astfel îi ajută pe elevi să-și amintească lecțiile.

Avantajele abordării transdisciplinare în educație:

- **Elevii dezvoltă gândirea divergentă și creativitatea** - sistemul modern de educație încurajează gândirea convergentă, ceea ce înseamnă aplicarea unui set fix de reguli pentru a ajunge la o singură soluție a problemei. Pe de altă parte, gândirea divergentă este un proces mai liber, care duce la mai multe soluții creative pentru o singură problemă. Atât gândirea divergentă, cât și cea convergentă sunt importante, dar încurajarea numai a acestora din urmă poate duce la pierderea creativității și a gândirii critice, care sunt abilitățile esențiale în secolul XXI.
- **Elevii văd mai mult sens în ceea ce învață** - mulți elevi învață pentru că așa le spune școala și părinții lor. Abordarea transdisciplinară conectează un subiect la multe discipline școlare, permițând elevilor să înțeleagă subiectul mult mai profund, să vadă conexiunile și să realizeze de ce învață despre el. De asemenea, acest sistem le face mai ușor să-și amintească ce au învățat.
- **Elevii sunt mai motivați** - conectarea unui subiect la diferite discipline școlare necesită un anumit nivel de creativitate de la profesori. Face lecțiile mai antrenante și, după cum arată experiența noastră, creează curiozitate și motivație la elevi pentru a descoperi un subiect din unghiuri diferite și uneori chiar neașteptate.
- **Elevii învață o limbă cu probleme** - învățarea transdisciplinară îi încurajează pe elevi să privească o problemă sub diverse unghiuri. Ei învață natura versatilă a unei situații din viața reală, dezvoltă gândirea critică și înțeleg că există de obicei mai multe căi și mai multe soluții corecte la o singură problemă. Acest tip de gândire este foarte apreciat și căutat de mulți vânători de cap în zilele noastre.
- **Elevii își dezvoltă încrederea** - abordarea transdisciplinară îi încurajează pe elevi să-și exprime opinia în clasă, chiar dacă s-ar putea să fie greșită. Îi ajută pe elevi să-și dezvolte încrederea și să vorbească mai ușor, fără să se teamă de pedeapsa cu note proaste sau de judecată de la egal la egal.

Scopurile acestui tip de studiu sunt:

- crearea unor context autentice în care elevii sunt puşi în situaţia de a aplica cele învăţate;
- sprijinirea elevilor în a experimenta legături între concept şi teme studiate în cadrul unor discipline diferite;
- producerea învăţării centrate pe elev într-un mediu colaborativ, activ;

- utilizarea strategiilor de învăţare bazate pe investigaţie.

Figura2. Proiect transdisciplinar elaborat de elevi „Casa mea de vis"

Evaluarea produsului final s-a făcut prin prezentare orală, liberă, de către fiecare elev, a informaţiilor culese şi a materialului realizat, profesorul fiind un permanent consilier şi evaluator final, fară să neglijeze părerea elevilor. După ce a participat la prezentarea proiectelor realizate de către ceilalţi colegi, fiecare a discutat cu profesorul despre munca realizată, despre modul în care ceilalţi elevi au abordat aceeaşi temă, despre concluziile la care s-a ajuns în urma studiului la acest proiect. Proiectul prezintă avantajul antrenării elevilor în activităţi complexe, ce presupun identificare şi colectare de date, precum şi prelucrarea şi organizarea acestora într-un mod original. Realitatea practicii noastre profesionale ne învaţă însă că proiectul nu se poate aplica nici permanent, nici pretutindeni, dar că utilizarea lui dă frumuseţe şi viaţă învăţării şcolare.

Concluzii

Indiferent de tipul de integrare abordat în procesul de învăţare, proiectarea integrată şi organizarea învăţării se centrează pe învăţarea prin descoperire, pe învăţarea prin cercetare, pe baza viziunii constructiviste şi globale asupra lumii înconjurătoare, iar cel mai puternic argument pentru integrarea disciplinelor este însuşi faptul că viaţa nu este împărţită pe discipline (J. Moffett). Studiind matematica prin transdisciplinaritate elevii îşi construiesc înţelegerea proprie şi rezolvă probleme în context real utilizând propriile strategii, fiind doar ghidaţi de profesor.

Bibliografie

1. https://www.internationalschoolparent.com/articles/education-of-the-21st-century-transdisciplinary-learning-and-its-advantages/
2. https://sites.google.com/site/matematicadinslatinajudolt/word-of-the-week
3. http://mentoratrural.pmu.ro/sites/default/files/ResurseEducationale/63055_modul_1_strategii%20trans_final.pdf
4. BASARAB, N. Transdisciplinaritatea. Iasi: Editura Polirom, 1999.

CZU: 37.016:001.2+51

MATEMATICA ȘI EDUCAȚIA STEM/STEAM

Tatiana GURGUROVA-AFANASIEV, profesor de matematică și informatică
Centrul de Excelență în Energetică și Electronică
Radu GÎSCA, profesor de matematică
Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

Rezumat. Lucrarea dată cuprinde promovarea educației STEM cu ajutorul disciplinei matematica , pentru integrarea disciplinilor ce cuprind mai multe domenii.

Abstract. This paper includes the promotion of STEM education with the help of the mathematics discipline, for the integration of the disciplines which include several fields.

Cuvinte cheie: știința, tehnologii, inginerie, arte și matematica; sistem educațional; integrare; interdiscipliniaritate; cercetare; descoperire; problematizare.

Keywords: science, technology, engineering, arts and mathematics; educational system; integration; interdisciplinarity; research; discovery; questioning.

Motto: „Cel mai puternic argument pentru interdisciplinaritate este chiar faptul că viața nu este împărțită pe discipline" J. Moffett

STEM reprezintă un concept educațional ce se bazează pe ideea de educare a elevilor și studenților în patru domenii: știința, tehnologii, inginerie și matematică, folosind o abordare multi-disciplinară și aplicată. Mai degrabă decât a preda aceste discipline separat și distinct, STEM le integrează într-o paradigma de învățare coerenta bazata pe aplicații din lumea reala.

STEAM (știința, tehnologii, inginerie, arte și matematica) este o noua abordare a filozofiei STEM ce recunoaște valoare artelor atât în dezvoltarea armonioasa a individului cat și a societății umane.

Educația STEM Creativă implica folosirea principiilor STEM + Arte = STEAM ce presupune și integrarea tuturor disciplinelor umaniste.

Crearea, dezvoltarea și promovarea unui ecosistem educațional capabil să ofere *elevilor și studenților* o educație completa, echilibrată și de calitate, care să le permită acestora sa ia decizii în cunoștința de cauză, ce vor avea impact asupra lumii și modul în care aceștia vor trai, prin următoarele obiective:

- ✓ Crearea unui cadrul de lucru educațional, de tip STEAM, adaptat la sistemul educațional.
- ✓ Crearea, adaptarea și promovarea de programe educaționale STEAM (Știința, Tehnologie, Inginerie, Arte si Matematica) adaptate la contextul și specificul sistemul de învățământ profesional tehnic.
- ✓ Sprijinirea creării de activități extracurriculare precum cluburi de robotica, cercuri de informatica, etc., ce folosesc abordarea de tip STEAM.
- ✓ Organizarea de concursuri și competiții de înalta calitate ce promovează abordarea STEAM.

- ✓ Stimularea și încurajarea elevilor de a se implica de mici în dezvoltarea de proiecte tehnice cu perspectiva orientării către specialitățile de profil.
- ✓ Stimularea și încurajarea elevilor de a se implica de mici în dezvoltarea de proiecte cu impact social.
- ✓ Încurajarea elevilor și studenților să lucreze în echipe, să împărtășească din experiența și cunoștințele acumulate cu semeni lor.
- ✓ Promovare conceptului de voluntariat în rândul elevilor, studenților.
- ✓ Oferirea de șanse egale și acces la educație, tuturor copiilor indiferent de sex, vârstă, situație materială, religie sau alte criterii de discriminare.

În școală elevii sunt pregătiți pentru viață, cunoștințele primite de elevi în școală sunt piatră de temelie pentru construirea vieții, succesului, carierii. Este necesar ca elevii să înțeleagă informațiile predate pentru a fi utilizate în explicarea fenomenelor, care se petrec în lumea din jurul nostru. Un volum mare de informații și cunoștințe nu înseamnă calitate, elevul trebuie să mai rezolve careva probleme pentru a stabili o conexiune între achizițiile teoretice și utilizarea lor în activități practice din diferite domenii.

„Matematica este limba cu care Dumnezeu a scris universul”

Matematica este disciplina utilizată în toate domeniile științei: fizică, chimie, geografie, biologie, istorie, poezie, economie, electronică, arhitectură ș. a.

Să vedem câteva exemple: Fizică – un automobil trebuie să parcurgă distanța de 165 km, între orașele A și B în 2,5 ore. Care trebuie să fie viteza de deplasare, dacă în drum se cheltuie 15 min pentru diferite opriri neplanificate?

Este nevoie de efectuat transformări cu unități de măsurare a timpului, distanței, vitezei, precum și calcule matematice.

Chimie – Pentru stropirea unui hectar de viță de vie este necesar 350 litri de soluție de 5% de sulfat de cupru. Ce cantitate de sulfat de cupru și apă trebuie să folosească un fermier pentru stropirea a 15 ha de viță de vie?

Este nevoie de cunoscut noțiunea de procente, unitățile de măsură a volumului, greutății și desigur calcule matematica.

Geografie – Calcularea orei pe globul pământului în diferite orașe, utilizând rețeaua de grade și harta fuselor orare. Înălțimea/adâncimea anumitor puncte ale planetei Pământ.

Biologie – se utilizează pe larg statistica matematică întru studierea fenomenelor biologice, aspecte epidemiologice, proprietățile mediului înconjurător, serviciilor de studiu al sănătății populației, fenomene ecologice,

Economie – Determinarea bugetului familiei, efectuarea cumpărăturilor, deschiderea unui cont bancar sau de creditare ne impune să operăm cu calcule matematice, procente, să comparăm, să analizăm. În cazul unor companii economice calculele sunt mai sofisticate și necesită anumite cunoștințe profunde în domeniul matematic precum ar fi algebra liniară, calculul matricial, rezolvarea problemelor de transport, problemele de minimizare a funcțiilor cu trei și mai multe variabile.

Electronică – Determinarea parametrilor optimi de lucru ai unui circuit electronic: tensiunea, rezistența, puterea ș.a.

Predarea interdisciplinară permite profesorului să-și orienteze demersul didactic spre realizarea unor activități de învățare care să vizeze: enunțarea unei situații problemă/ ipoteză de lucru în scopul realizării unei investigații; identificarea și descrierea fenomenelor care apar în experimente; verificarea unor ipoteze; ordonarea cronologică a etapelor de lucru; înregistrarea în tabele a observațiilor obținute din din investigații; exerciții de identificare și utilizare a unor formule, mărimi şi relații matematice; identificarea a legilor care intervin în desfășurarea experimentului efectuat.

Motto: „Copilul trebuie învăţat să-şi folosească ochii, nu numai pentru a vedea, dar şi pentru a privi; urechile , nu numai pentru a auzi, dar şi pentru a asculta cu atenţie; mâinile, nu numai pentru a apuca obiectele, ci şi pentru a pipăi şi a le simţi”.

(Lonwenfeld)

Şi metodele, modelele, componentele sau strategiile de învăţământ îmbătrânesc, ca şi oamenii. Într-o lume supusă unei singure legi, paradoxal stabile – cea a schimbării – învăţământul nu poate face excepţie.

Un mod de a conferi deschidere şi viaţă muncii noastre este şi acesta al exerciţiului interdisciplinar prin folosirea proiectului STEM/STEAM ca metodă complementară sau alternativă de evaluare. Acesta oferă elevilor posibilitatea de a demonstra ce ştiu, dar, mai ales, ceea ce ştiu să facă, adică să le pună în valoare anumite capacităţi. Realitatea practicii noastre profesionale ne învaţă că el nu se poate aplica nici permanent, nici pretutindeni, dar utilizarea lui dă frumuseţe şi viaţă învăţării şcolare, fiind şi posibilă şi necesară.

Bibliografie

1. JAMES, E. et colab. Innovations in science, mathematics and technology education. In: *Journal of Curriculum Studies*, 1997. 29(4), pp. 471-484.
2. JOHNSON, C.; KAHLE, J.; FARGO, J. A study of the effect of sustained, whole-school professional development on student achievement in science. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 2007. 44, pp. 775-786.
3. JUUTI, K. et colab. Boys’ and Girls’ Interests in Physics in Different Contexts: A Finnish Survey. In: A. Laine, J. Lavonen & V. Meisalo, eds. *Current research on mathematics and science education. Research Report* 253. Helsinki: Department of Applied Sciences of Education, University of Helsinki, 2004.
4. LIXANDRU, F.I. et al. Educaţia STEM – o necesitate în strânsă conexiune cu realitatea. În: *Tribuna Învăţământului*, nr. 1442 (3322) din 28.05-3.06.2018.

CZU: 001.2:372.851

INTERDISCIPLINARITATEA LA ORELE DE MATEMATICĂ ÎN CONTEXTUL FORMĂRII COMPETENȚELOR MATEMATICE LA ELEVI

Mihaela HAJDEU, doctorandă
Valeriu BORDAN, dr., conf.univ.
Universitatea de Stat din Tiraspol

Rezumat. Matematica ocupă un loc special printre disciplinele școlare, întrucât ca disciplină academică formează abilități de calcul, dezvoltă gândirea logica, memoria dar și contribuie la demonstrarea necesității studierii acesteia pentru activități din viața cotidiană. În acest context integrarea interdisciplinară a matematicii reprezintă o modalitate de determinare a unor conexiuni între fapte care confirmă sau infirmă anumite concluzii, anumite observații, dar în același timp contribuind la formarea armonioasă a personalității.

Summary. Mathematics occupies a special place among school subjects, because as an academic discipline it forms computational skills, develops logical thinking, memory but also contributes to demonstrating the need to study it for activities in everyday life. In this context, the interdisciplinary integration of mathematics is a way to determine connections between facts that confirm or refute certain conclusions, certain observations, but at the same time contributing to the harmonious formation of personality.

Cuvinte-cheie: interdisciplinaritate, matematica, motivație, abilități, cunoștințe, competențe.
Keywords: interdisciplinarity, mathematics, motivation, abilities, knowledge, skills.

Societatea la etapa actuală se caracterizează prin integrarea științelor în toate domeniile de activitate prin necesitatea de a obține imagini cât mai clare despre lumea înconjurătoare. În acest context toate ramurile științei moderne sunt strâns interconectate, prin urmare disciplinele școlare nu pot fi izolate unele de altele. Integrarea interdisciplinară este o condiție didactică și un mijloc de asimilare profundă și cuprinzătoare a bazei materiilor școlare predate. De menționat este faptul că integrarea interdisciplinară în cadrul orelor economisește timp și creează condiții favorabile pentru formarea competențelor elevilor. Totodată, întro-o măsură mai mare decât lecțiile obișnuite, lecțiile interdisciplinare contribuie la formarea unei imaginații științifice despre lume și la analiza fenomenului din mai multe perspective, în același timp contribuind și la dezvoltarea vorbirii, la formarea capacității elevilor de a compara, a generaliza și concluziona, intensificând în acest sens procesul instructiv-educativ prin ameliorarea suprasolicitării [1; 5].

Motivația pentru învățare este unul din factorii care contribuie la asimilarea cu succes a cunoștințelor de către elevi. În acest sens, interdisciplinaritatea la orele de matematică joacă un rol important, întrucât prin introducerea exemplelor ce leagă matematica de alte discipline școlare crește și motivația pentru studiul matematicii.

În continuare sunt propuse și rezolvate unele probleme specifice direcțiilor principale ale activității profesorului de matematică în condițiile abordării interdisciplinarității și se arată importanța acestora în predarea cu succes la elevi.

I. Matematica și fizica:

În clasa a VII-a elevii deja se familiarizează cu conceptul de funcție liniară, proporționalitatea directă [2, p. 33, 34], iar în clasa a VIII-a cu proporționalitatea inversă [2, p.43], astfel utilizarea problemelor cu conținut fizic permite demonstrarea valorii practice a materialului studiat la orele de matematică.

Exemplul 1. Un tren marfar a parcurs distanța din punctul A în punctul B în 5 ore cu o viteză de 75 km/h. În câte ore va parcurge aceiași distanța trenul, dacă viteza acestuia este de 45 km/h?

Soluție:

La mișcarea rectilinie și uniformă a corpului viteza și timpul de deplasare sunt mărimi invers proporționale. Presupunând că trenul marfar parcurge aceeași distanța cu viteza de 45 km/h în x ore, vom avea:

Viteza	Timpul
$75km/h$	$5\ h$
$45km/h$	$x\ h$

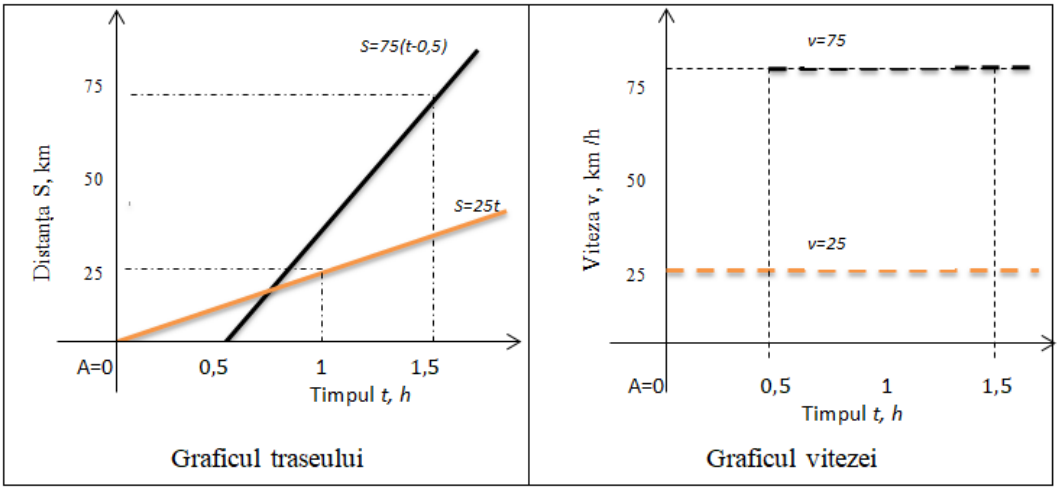
Viteza s-a micșorat de $\frac{75}{45}$ ori, dar timpul deplasării s-a mărit de $\frac{x}{5}$ ori. Așa cum mărimile sunt invers proporționale, avem:

$$\frac{75}{45} = \frac{x}{5} \Rightarrow x = \frac{75 \cdot 5}{45} \Rightarrow x = \frac{75}{9} \Rightarrow x = 8\frac{1}{3}\ \ h.$$

Răspuns: Cu viteza de 45 km/h trenul marfar va parcurge distanța din punctul A în punctul B în $8\frac{1}{3}$ ore.

Exemplul 2. Un biciclist s-a pornit din punctul A și se deplasează uniform cu o viteză de 25 km/h. După 30 de minute din punctul A în aceiași direcție s-a pornit un motociclist care se deplasează cu o viteză de 75 km/h. După 15 minute motociclistul îl ajunge pe biciclist și-l depășește. Construiți un grafic al traseului și un grafic al vitezei biciclistului și motociclistului în dependență de timp.

Soluție:



În sistemul disciplinelor școlare, matematica și fizica au cea mai mare legătură. Conexiunea aici este mare fiindcă pentru a forma abilități educaționale generale și abilități în rezolvarea problemelor este important ca elevii să fie familiarizați cu metodele și abordările generale (coordonate, algoritmi) la analiza problemei, cu proiectarea ei, cu modul de aflare a soluției problemei [5].

II. Matematica, chimia și biologia:

Exemplul 3. Înainte de a fi plantate, semințele de roșii sunt dezinfectate cu o soluție de 15% de permanganat de potasiu. Câte grame de permanganat de potasiu vor fi necesare pentru a prepara 800 g de soluție dezinfectantă?

Soluție:

Metoda chimică de rezolvare:

Se dă:	Rezolvare:
$\omega = 15\%$ $m_{sol} = 800\ g$	$\omega = \frac{m_{sub.\ diz}}{m_{sol}} \cdot 100\% \Rightarrow\ m_{sub.\ diz} = m_{sol} \cdot \omega$ $m_{sub.\ diz} = 800 \cdot 0{,}15 = 120\ g$ Răspuns: $120\ g$

Metoda matematică de rezolvare: 15% din $800 \Rightarrow 800 \cdot 0{,}15 = 120$.

Ce legătură procentuală a fost aplicată la rezolvarea acestei probleme? Aflarea procentului dintr-un număr.

Prin urmare, observăm că problemele din programa școlară la chimie pot fi rezolvate și în cadrul orelor de matematică, fără a utiliza formule chimice.

Exemplul 4. Dintr-o grădină au fost culese 18 kg de flori proaspete de mușețel, al căror conținut de umiditate este de 75%. După ce florile au fost uscate, conținutul de umiditate este 10 %. Care este masa florilor de mușețel după uscare?

Soluție:

Datele problemei se introduc în următorul tabel:

	Masa kg	Conținut %	
		Apă	Substanță uscată
Flori proaspete	18	75	$100 - 75 = 25$
Flori uscate	x	10	$100 - 10 = 90$

$0{,}25 \cdot 18 = 4{,}5\ kg$- substanță uscată în 18 kg de flori proaspete.

Astfel $4{,}5\ kg$ de substanță uscată reprezintă 90% din masa florilor uscate, prin urmare, vom avea:

$4{,}5 \div 0{,}9 = 5\ kg$ – masa florilor uscate.

Răspuns: $5\ kg$.

III. Matematica și geografia:

Exemplul 5. La înălțimea de $2560\ m$ deasupra nivelului mării, presiunea atmosferică este de $550\ mm\ Hg$. Presupunând că, la o altitudine de $10{,}5\ m$, presiunea scade cu aproximativ

$1\ mm\ Hg$, determinați presiunea atmosferică la o înălțime de $2875\ m$ deasupra nivelului mării.

Soluție:

Determinăm diferența de înălțime: $2875 - 2560 = 315\ m$.

Ținând cont de faptul că la fiecare $10{,}5\ m$ altitudine, presiunea scade cu $1\ mm\ Hg$, obținem că presiune la înălțimea de $2875\ m$ este: $550 - \frac{315}{10{,}5} \cdot 1 = 520\ mm\ Hg$.

Răspuns: $520\ mm\ Hg$.

Exemplul 6. La televizor a fost difuzat un documentar despre cutremure și cât de des acestea se produc. Un expert geolog a stabilit următoarele: „În următorii douăzeci de ani probabilitatea producerii unui cutremur pe insula Creta, cu o magnitudine mai mare de 6,5 grade pe scara Richter este de 2/3”. Care dintre următoarele afirmații reflectă cel mai bine declarația geologului?

a) $\frac{2}{3} \cdot 20 = 13{,}3$, deci va fi un asemenea cutremur pe insula Creta între 13 și 14 ani de acum înainte.

b) $\frac{2}{3}$ este mai mare decât $\frac{1}{2}$, deci puteți fi siguri că insula Creta va fi lovită de un asemenea cutremur la un moment dat în decursul a 20 de ani.

c) Probabilitatea producerii unui asemenea cutremur pe insula Creta la un moment dat în următorii 20 de ani este mai mare decât probabilitatea că acesta nu se va produce.

d) Este imposibil de spus ce se va întâmpla, deoarece nimeni nu este sigur că se va produce un asemenea cutremur.

Răspuns: c) Probabilitatea producerii unui asemenea cutremur pe insula Creta la un moment dat în următorii 20 de ani este mai mare decât probabilitatea că acesta nu se va produce.

IV. Matematica și medicina:

Exemplul 7. Unui pacient din spital i se administrează injecții de penicilină. Treptat medicamentul se dizolvă, astfel încât după o oră de la injectare, doar 60% din penicilină este activă. Acest proces se repetă, astfel încât, până la sfârșitul fiecărei ore, doar 60% din penicilina care a rămas la sfârșitul orei precedente continuă să fie activă. Să presupunem că pacientului i s-a administrat o doză de 300 miligrame de penicilină la ora 8 dimineața. Care este cantitatea de penicilină activă (în mg) ce se găsește în organismul pacientului la ora 11?

Soluție:

De la ora 8 până la ora 11 este un interval de 3 ore. Determinăm ce cantitate de penicilină rămâne activă în organismul pacientului după fiecare oră de la administrare:

$60\%\ din\ 300\ mg = 180\ mg$ (la ora 9:00)

$60\%\ din\ 180\ mg = 108\ mg$ (la ora10:00)

$60\%\ din\ 108\ mg = 64{,}8\ mg$ (la ora 11:00)

Răspuns: $64{,}8\ mg$.

Reieșind din problemele abordate mai sus, menționăm că interdisciplinaritatea reprezintă „transferul” de noțiuni, de metode de la o disciplină la alta pentru a permite o abordare multilaterală a problemelor cercetate. Tot odată conținutul matematic școlar prin intermediul interconexiunii cu alte discipline permite prezentarea mult mai clară a realității cât și înțelegerea mai bună a materiei de către elevi.

Interdisciplinaritatea la orele de matematică permite evidențierea raționamentelor în probleme din diferite domenii, care contribuie la formarea competențelor matematice prin valorificarea cunoștințelor acumulate și nu în ultimul rând, arătând necesitatea acestora în viața cotidiană cu aplicații în contexte reale.

Bibliografie

1. GROSU A. Interdisciplinaritatea?! În: *Didactica Pro,* Nr.3, 2000. pp. 56-57.
2. Ministerul Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova. Curriculum național: Matematică. Clasele V-IX. Chişinău, 2019.
3. Примеры открытых заданий PISA по читательской, математической, естественнонаучной, финансовой грамотности и заданий по совместному решению задач. Государственное бюджетное учреждение дополнительного профессионального образования «Санкт-Петербургский центр оценки качества образования и информационных технологий». 128 с.
4. PISA: математическая грамотность. Минск: РИКЗ, 2020. 252 с.
5. ДАНАЕВА, А. Д. *Решение задач в рамках межпредметной интеграции на уроках математики.* Кемерово: МБОУ « Ясногорская СОШ », 2018.

CZU: 371.388:51

APLICAȚII PRACTICE ALE MATEMATICII ELEMENTARE

Claudia-Nicoleta ISPAS, profesor matematică și informatică
Școala Gimnazială Spectrum Constanța, România

Rezumat. În vechi proverb chinezesc spune „Aud și uit; văd, și îmi amintesc; fac și înțeleg”. Elevii sunt diferiți, au talente diferite, învață în multiple moduri, au propriile lor pasiuni, interese și abilități. Dar toți elevii au dreptul la o educație matematică de calitate.

În această lucrare am încercat să aduc un strop de inspirație profesorilor de matematică, în încercarea lor de a aduce educația matematică la cel mai înalt nivel. Pentru a realiza acest lucru am propus două activități de investigație, gata de folosit, cu instrucțiuni pentru profesorul coordonator, precum și materialele necesare elevilor.

Abstract. An old Chinese proverb says, “I hear, and I forget; I see and I remember; I do, and I understand”. Different students, have different talents, learn in various ways, and have their own passions, interests and abilities. But all students must have access to a high-level mathematic education.

In this paper I tried to bring a drop of inspiration to the mathematics teachers, in their struggle to bring the mathematics education to the highest level. In this purpose I propose two investigations, ready-to-use, with instructions for the coordinator teacher, and also the necessary materials for students.

Cuvinte cheie: număr, translația, rotația, reflexia, simetria

Keywords: number, translation, rotation, reflexion, symmetry

Introducere

Matematica poate fi un instrument puternic pentru elevi, și pentru noi toți, pentru a da sens lumii care ne înconjoară. Fără o bună capacitate de estimare, nu putem estima distanțe, sau numărul de persoane aflate la o adunare, sau cât de mult va costa coșul nostru de cumpărături. Fără o înțelegere profundă a numerelor naturale mari, nu putem realiza cât de enorm este un deficit de 101 000 000 000 (101 miliarde – deficitul României în anul 2020 a depășit această valoare). Fără o întelegere adevărată a relațiilor dintre numere, nu suntem capabili să înțelegem pe deplin fracțiile, zecimalele și procentele. Fără o întelegere a cum sunt formate, ce formă au și de ce au această

Activitățile propuse profesorilor în această lucrare vor încuraja elevii să:

- Estimeze atunci când lucrează cu numere mari, distanțe în viața de zi cu zi;
- Folosească strategii de rezolvare pentru a găsi rezultatele unor probleme care le va atrage atenția;
- Studiul fracțiilor și zecimalelor întro varietate de probleme practice;
- Activități practice cu ajutorul cărora pot face elevii sa realizeze conexiuni între noțiunile abstracte și modele concrete ale acestora;

Aplicațiile practice propuse aici conțin: Conceptele matematice abordate în activitate, Activitățile de învățare propuse elevilor, Materialele necesare; Informații pentru profesorul coordonator, și nu în ultimul rând fișa de lucru pentru elevi.

Aplicația 1. 1 000 000 de lei lungime

Această activitate este o problemă deschisă, care încurajează elevii să exploreze, să dezvolte strategii, să lucreze împreună cu colegul de bancă, să facă conexiuni între matematică și geografie, să examineze soluții alternative atunci când numerele devin foarte mari.

Conceptele matematice: estimarea; operații cu numere peste 1 000; rezolvare de probleme; conexiuni matematice

Activitățile de învățare. Elevii vor:

1. estima lungimea unei bancnote de 1 leu;
2. colabora în echipe sau perechi pentru a dezvolta o strategie de rezolvare a problemei propuse;
3. măsura o bancnotă de 1 leu și vor calcula lungimea a 1 milion de bancnote puse cap la cap;
4. transforma rezultatele într-o unitate de măsură convenabilă;
5. folosi o hartă fizică sau interactivă (în funcție de dotări și de capacitatea elevilor de a citi o hartă sau de a folosi tehnologia) să determine distanțe.

Materialele necesare: o bancnotă de 1 leu; hartă; caiet/coală de hârtie, instrument de scris, riglă, fișa de lucru – 1 000 000 de lei lungime

Informațiile pentru profesor

Arătați elevilor o bancnotă de 1 leu și întrebații: "Ce lungime credeți că are această bancnotă? ". Dacă notați pe tablă toate răspunsurile elevilor, aceste estimări pot fi utilizate pentru a realiza o statistică a acestor răspunsuri. De asemenea îî puteți ruga să noteze această estimare pe o mică bucată de hârtie (post it) pentru a avea răspunsurile lor reale nu influențate de cele ale colegilor. Colectați aceste răspunsuri. Puteți analiza împreună cu ei indicatorii tendinței centrale: media aritmetică, mediana, modul, a acestor date numerice colectate.

Apoi întrebați: "Dacă așezăm un milion de bancnote cap la cap, cât de departe credeți că am ajunge?" În acest moment vor începe discuțiile, vor fi dezbateri, vor veni cu diverse păreri. La un anumit moment întrerupeți aceste discuții și spuneți-le că vor lucra în perechi (sau echipe) și fiecare grup va primi o fișa de lucru: 1 000 000 lei lungime. Fiecare pereche va trebui să răspundă pe fișă la întrebare. Pentru a încuraja elevii să gândească, explicațile să dea răspunsuri cât mai în detaliu, cum gândit, unde ar ajunge și cum au calculat ei acea distanță.

După ce răspunsul la această întrebare a fost dat, fiecare pereche/echipă va primi o bancnotă de 1 leu, pentru a putea continua să răspundă la următoarele întrebări. În funție de vârsta copiilor și de cunoștințele de geografie cunoscute, ar fi util să postați un tabel cu distanțe între localitatea în care vă aflați și localități mai apropiate sau mai depărtate, în așa fel copii să aibă de unde alege. Personal am folosit această activitate la elevi de clasa a 5a. De asemenea în școala în care predau eu s-a implementat folosirea tabletelor la școală, deci fișa de lucru a fost de fapt un fișier transmis elevilor. Ulterior i-am lăsat să acceseze Google

maps și să vadă efectiv până unde ar ajunge, unde și-ar dori să ajungă... De asemenea în limita timpului disponibil se poate evidenția faptul că bancnota are formă dreptunghiulară și aceleași întrebări pot fi folosite pentru lățimea bancnotei.

Fișă de lucru – 1 000 000 de lei lungime

(schiță – spațiile pentru răspunsuri trebuiesc mărite)

Nume_____

Instrucțiuni: Lucrează împreună cu colegul tău de bancă. Discutați despre cât de departe ați ajunge dacă ați pune un milion de bancnote de 1 leu cap la cap. Credeți că ați ieși din curtea școlii? Ați ieși din oraș? Ați traversa Europa? Scrieți răspunsul în spațiul de mai jos:

_____

Lucrând împreună cu colegul de bancă, folosiți bancnota de 1 leu și o riglă pentru ai măsura lungimea, iar apoi calculați cât de departe ați ajunge dacă ați așeza cap la cap 1 milion de astfel de bancnote. Asigurațivă că exprimați această distanță întro unitate de măsură potrivită. Scrieți o explicație a raționamentului vostru în spațiul ce urmează. Folosește o hartă (internet/google map) pentru a determina până unde ai ajunge. Către ce oraș te-ai îndrepta?

_____

Cum este răspunsul estimat în comparație cu cel determinat prin calcule? Cum ți-ai evalua estimarea? _____

Ce alte orașe mai sunt situate la aproximativ aceeași distanță, ca lungimea a 1 milion de bancnote de 1 leu? _____

Aplicația 2. Piesele triunghiulare

Această activitate este de asemenea o problemă deschisă, care încurajează elevii să își folosească imaginația și să dezvolte strategii. Este o activitate pe care eu am folosit-o la clasă la prima oră din anul școlar, și cu ajutorul ei am cunoscut elevii.

Conceptele matematice: modele matematice, forme geometrice plane, unghiuri, transformări: translația, rotația, reflexia, simetria.

Activitățile de învățare. Elevii vor:

1. Decupa piesele triunghiulare;
2. Vor trebui să studieze piesele și să aleagă doar două din cele șase tipuri de piese;
3. Să realizeze cu ajutorul pieselor decupate un model, alăturând piesele;
4. Să încerce să descrie modelul obținut;

Materialele necesare: foarfece, lipici, coală albă, fișele cu piesele triunghiulare printate pe cât posibil pe carton colorat.

Informațiile pentru profesor

Profesorul împarte fișele elevilor, și împreună cu ei citește instrucțiunile care se regăsesc pe fișe, încurajează elevii să experimenteze diferite modele înainte de a se decide la un model/patern anume, întreabă copii ce metode au folosit pentru a realiza modelul personal.

Posibile rezultate:

- unii copii se vor bloca, nu vor ști ce să aleagă, și aici profesorul trebuie să intervină, eventual să îi permită să folosească în modelul său mai mult de două tipuri de piese (am avut câțiva care s-au rugat de mine să îi las să folosească mai multe), sau să aleagă momentan un tip, iar până termină poate îi vin idei;
- unor copii le va lua foarte mult să decupeze (depinde de vârstă și de îndemânarea fiecăruia);
- unii copii vor tăia pe modelul din piesa triunghiulară (este clar că are nevoie de mult mai multă atenție din partea profesorului, deoarece nu a înțeles instrucțiunile date – am avut un copil în această situație).

Modelele create pot fi:

- O înșiruire de piese;
- Un model asimetric/simetric abstract;
- Un model ce poate reprezenta pentru ei ceva anume (eu am avut o fantomă);
- Modelele pot fi sau nu îmbinate (nu toate laturile pieselor triunghiulare au aceeași lungime).

Evaluarea elevilor se poate face în funcție de cât de complex este modelul realizat. Această activitate nu este menită să evalueze elevii prin notarea lor, ci este utilă pentru profesor să își cunoască elevii și pentru a stârni dorința elevilor de ași folosi imaginația și la matematică).

Fișa de lucru: Piesele triunghiulare.

(piesele se printează la dimensiuni mai mari decât cele actuale)

Instrucțiuni:

- Alegeți două din cele șase planșe cu piese triunghiulare și decupațile;
- Încercați cu ajutorul lor să creați un model.... considerați că sunt piese de gresie dacă vă ajută și voi aveți sarcina de a realiza un model pe podeaua din camera voastră;
- Atunci când considerați că ați terminat, lipiți piesele pe o coală albă;
- Descrieți modelul realizat.

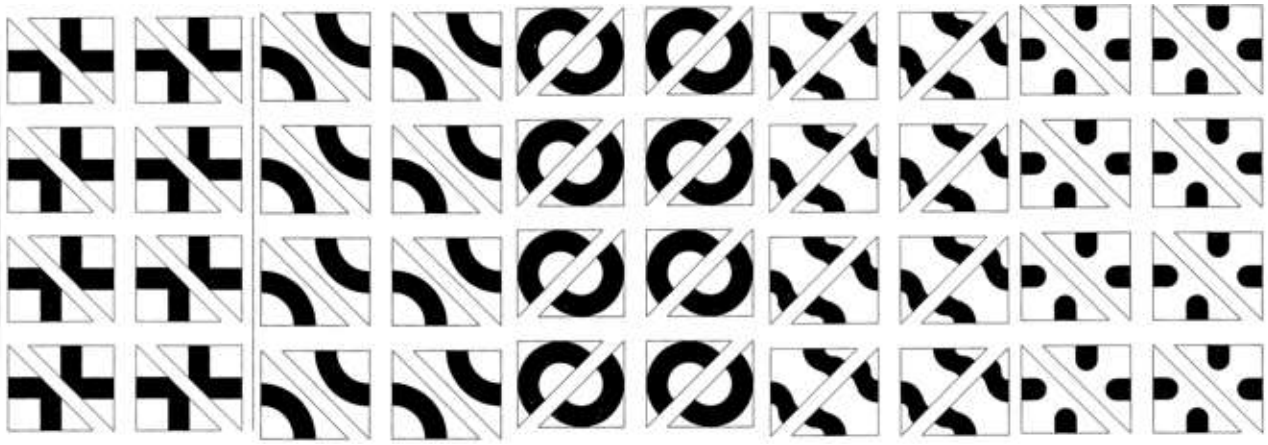


Figura 1. Plașe cu piese triunghiulare

După cum se poate observa din câteva poze pe care le-am facut în timp ce copii încă descopereau ce au de făcut, și care au loc aici, copii chiar s-au implicat, deși era prima oră de matematică din anul școlar, și prima cu mine ca profesor.

Figura 2. Fotografii din timpul lecției

Concluzii

Activitățile unde elevii rezolvă probleme deschise, inter-disciplinare, fără un răspuns fix și rigid, relaxează elevii, și îi fac mai deschiși cunoașterii.

Bibliografie

1. BROWN, Margaret. Graded Assesment in mathematics. In: Teacher's notes vol. 4, UK, Thomas Nelson and Sons LTD, 1992. p. 2-9. ISBN 0-17-420245-8.
2. MARTIN, Hope. *Active learning in the mathematics classroom, grades* 5-8. p. 6-8, London, UK: Corwin Press. ISBN 978-1-4129-4978-1.

CZU: 37.016[004+51]

IDEALUL EDUCAŢIONAL ŞI MISIUNEA EDUCAŢIEI PRIN PRISMA CONCEPTUL STEAM

Serghei MAFTEA, dr., conf. univ.
Academia „Ştefan cel Mare” a MAI

Rezumat. Cercetarea de faţă reprezintă o încercare de a fundamenta implementarea educaţiei STEAM prin referire la impactul tehnologic de moment şi necesitatea în vederea integrării elevului cu condiţiile actuale de viaţă. În aşa fel contribuind la oferirea către profesori, elevi şi tuturor celor interesaţi, care sunt încă în căutarea de modalităţi de a percepe şi a anticipa perspectivele de dezvoltare a societăţii prin spectrul propriei evoluţii a faptului că conceptul STEAM reprezintă un mijloc extrem de util în acest sens din diferite perspective de modelare a situaţiilor de fapt aferente existenţei societăţii umane. Astfel, articolul este dedicat constatării, folosind prevederile legislative naţionale, că implementarea abordării educaţionale STEAM se aliniază atingerii idealului educațional şi a misiunii educaţiei. Problema pusă în discuţie a fost aleasă din perspectiva asocierii acesteia cu recomandările europene şi prevederile educaţionale internaţionale cu privire la educaţia STEAM. Totodată se menţionează şi necesitatea menținerea preferinţelor profesorilor şi a elevilor în spectrul instrumentarului propus de Tehnologia Informaţiei şi Comunicaţiilor (TIC) pentru realizarea de abordări ce se referă nu numai la subiecte pur matematice, cu scopul îmbunătățirii mult mai mare a percepţiei conceptului STEAM.

Abstract. This research is an attempt to substantiate the implementation of STEAM education by referring to the current technological impact and the need to integrate the student with current living conditions. In this way contributing to the offer to teachers, students and all those interested, who are still looking for ways to perceive and anticipate the development prospects of society through the spectrum of its own evolution of the fact that the STEAM concept is an extremely useful means in this meaning from different perspectives of modeling the factual situations related to the existence of human society. Thus, the article is dedicated to the finding, using the national legislative provisions, that the implementation of the STEAM educational approach is in line with the achievement of the educational ideal and the mission of education. The issue under discussion was chosen from the perspective of its association with European recommendations and international educational provisions regarding STEAM education. At the same time, it is mentioned the need to maintain the preferences of teachers and students in the spectrum of instruments proposed by Information and Communication Technology (ICT) to achieve approaches that relate not only to purely mathematical topics, in order to improve the perception of STEAM.

Cuvinte cheie: STEAM, TIC, matematica, educație.
Keywords: STEAM, ICT, mathematics, educations.

Transformările societății umane în ansamblu sunt inevitabile și la etapa actuală acestea se desfășoară întru un ritm alert în special datorită implicații TIC. Această situație nu a ocolit și segmentul educational, astfel una dintre aceste transformări vizează introducerea și dezvoltarea conceptului educațional cunoscut ca STEAM. Conceptul STEAM se proiectează pe natura interdisciplinară a educației ceea ce reprezintă un factor necesar în vederea formării de competențe temeinice la elevi, cerință absolut necesară pentru, cel puţin, dezvoltarea şi integrarea acestora în viaţa cotidiană din perspectiva exigențelor actuale ale pieței muncii. Ca urmare se evidențiază și se amplifică rolul educației STEAM, aceasta cristalizîndu-se din ce în ce mai mult ca o direcție de bază a sistemului educațional.

Contextul evidenţiat este susţinut şi de faptul că digitalizarea societăţii conduce la necesitatea de a dezvolta de competenţe asociate cu tehnologia și inovația, care la rândul său au la bază cunoștințe matematice și tehnologice [2]. Totodată se conturează și modificarea paradigmei de învățare prin faptul că sarcinile din câmpul educaţional orientate pe activităţi practice preiau teren în fața lecturii tradiționale. Racordarea la acestă modificarei este posibilă, într-o manieră elegantă, cu ajutorul educației STEAM, care penetrează mai multe domenii și se impune cel puțin din perspectiva trezirii și menținerii interesului elevului față de disciplinele exacte propuse de actualele cicluri ale sistemului educațional naţional. Aceasta modalitate de aliniere are la bază faptul că educația STEAM are la origini şi este stimulată permanent de studierea aspectelor practice, totodată contribuind la dezvoltarea gândirii critice și la obţinerea de abilități de soluționare a problemelor, paralel sporeşte încrederea elevului în sine însuși şi pe partea opusă promovează lucrul în echipă. Deasemenea educația STEAM contribuie la pregătirea elevul pentru impactul tehnologic, care este inevitabil, prin implementarea de soluţii TIC adecvate în vederea rezolvării de diferite probleme, dar trebuie de menţionat şi contribuţia acesteia pentru atingerea idealului educațional prevăzut de Codul Educației al Republicii Moldova ce vizează formarea personalităţii cu spirit de iniţiativă, capabile de autodezvoltare, care este înzestrat pe lîngă cunoştinţe şi competenţe necesare pentru angajarea pe piaţa muncii, suplimentar şi independenţă de opinie şi acţiune, permanent fiind deschisă pentru dialog intercultural în contextul valorilor naţionale şi universale asumate [1; art.6].

Un alt aspect, în această ordine de idei, în special ce se referă la cunoştinţe şi competenţe necesare pentru angajarea pe piaţa muncii, care trebuie menţionat ţine de prognozele statistice şi informarea cu privire la situaţia curentă referitoare la locurile de muncă bazate pe STEAM în raport cu alte ocupaţii ce sunt intitulate ocupaţii non-STEAM. Astfel, este developata afirmația precum că existența a mai multe locuri de muncă bazate pe STEAM este echivalentul unei creşterii economice mai mari. Această afirmație este susținută de studii precum că dacă ar crește numărul de ocupații STEAM cu circa un punct procentual atunci sfera economică ar beneficia de creşteri de ordinul zecilor de miliarde de dolari. Astfel, conform datelor furnizate de U.S. Bureau of Labor Statistics, creșterea numărului de ocupații STEAM pentru perioada anilor 2020-2030 va fi de circa 10,5 procente și va fi mai mare decât creșterea de ocupații non-STEAM, pentru aceeași perioadă, ce vă constitui respective circa 7,7 procente. Cu referire la câştigurile asociate acestor două categorii de ocupaţii, pentru anul 2020 se prezintă un un decalaj impunător, astfel se specifică că salariul mediu în domeniul locurilor de muncă bazate pe STEAM este de circa două ori mai mare decât salariul mediu în ocupațiile non-STEAM [5].

Cu referire la domeniul educaţiei, pe moment, este conturată situaţia în care pentru îndeplinirea misiunii educaţiei [1; art.5], majoritatea cadrelor didactice sunt mult mai orientate pe modele tradiționale ale Educației, dar reieșind din circumstanțele moderne este necesar ca aceștia să învețe să fructifice oportunitățile puse la dispoziţie de educația

STEAM. Modalitățile de formare a competențelor elevilor trebuie să înceapă a fi circumscrise educației STEAM pe dimensiunea a diferitor forme de învățământ, atât off-line, cât și on-line. În sens se impune stringent necesitatea de a interveni cu elemente noi practic în tot lanțul educational: strategii, metodologii, tactici, proiectul lectiei, unitatea de învățare. Totodată, în acest context, trebuie de stipulat că rolul determinant în asigurarea calității prin astfel de intervenții îi revine profesorului. Astfel, activitatea cadrului didactic, din această perspectivă, necesită abordări și flexibilității majore, aici în special evidenţiindu-se profesionalismul și perseverența acestora. Astfel în educația STEAM ca și în cazul educației „clasice" o soluție eficace o reprezintă predarea interactivă, aceasta fiind una dintre abordările preferate privind implicarea activă a elevului în procesul de învățare [3].

Pentru a aplica eficient STEAM în predare, nu este suficient ca materialul să fie lecturat pur și simplu și să se ceară elevilor să memoreze informații pentru a le repeta mai târziu la evaluare. În vederea implicării tuturor elevilor, profesorii trebuie să angajeze copiii cu proiecte tactile, de rezolvare a problemelor, care le solicită să aplice cunoștințele dobândite în clasă. Prin metode precum învățarea bazată pe proiecte, învățarea experimentală și învățarea bazată pe situație, profesorii vor constata progrese mai mari la elevii lor.

Un aspect de bază și extrem de important în definirea și dezvoltarea învățării STEAM îl reprezintă posibilitatea și capacitatea profesorului de a fi „on-line" cu cele mai noi tendințe în abordările educaționale, curriculum, politici și tehnologie. Statul intervine în acest aspect prin prevederile Codului Educaţiei, astfel această particularitate, revine profesorului și din misiunea educației „promovarea învățării pe tot parcursul vieții"[1; art.5; lit.e]. Promovarea învățării pe tot parcursul vieții reprezintă o prioritate și pentru agenda de dezvoltare a Organizației Națiunilor Unite, care în acest sens are printre cele 6 institute fondate dedicate educaţiei, instituţia UNESCO Institute for Lifelong Learning(UIL) [6]. Aspectul internaţional al educaţiei STEAM este fundamentat de recomandarea „Statele membre ar trebui să sprijine dezvoltarea competențelor cheie, acordând o atenție specială în ceea ce privește promovarea dobândirii de competențe în științe, tehnologie, inginerie și matematică (STIM), ținând seama de legăturile acestora cu artele, creativitatea și inovarea și motivând mai mulți tineri, în special fete și tinere femei, să îmbrățișeze o carieră în domeniile STIM" propusă în 2018 de către Consiliul Europei [7]. Cu referire la un alt partener strategic al Republicii Moldova, se poate menţiona că în SUA, educaţia STEM reprezintă o realitate pedagogică importantă, evidenţiată la nivel de politică educaţională, care este transpusă printr-o strategie instituţională [8].

Un element forte de sprijin al cadrului didactic în vederea implementării învățării STEAM este faptul că subiecte corespunzătoare se pot identifica cu destulă ușurință practic peste „tot", în condiția că există deschidere și perseverență în vederea abordării acestui tip de învățare. Problematica implementării de subiecte STEAM se referă și la capacitățile de integrare cu alte discipline academice de unde urmează clar că profesorul modern pe lîngă

cunoştinţe temeinice şi profunde ale specializării la care este licenţiat trebuie să se aprofundeze şi în alte materii. Ca suport esenţial aici intervin cunoştinţe, abilităţi de aplicare a instrumentarului educaţional oferit de TIC, astfel în prim plan apare faptul ca profesorul să deţină competenţe cel puţin bune în crearea de conţinut digitalizat propriu obţinut prin intermediul a diferite software educaţionale. Ţinem să menţionăm că există astfel de software care sunt gratuite care prin prisma obţinerii de competenţe stipulate anterior este important ca şi existenţa de metodologii în acest sens, care le transformă într-un instrument important în aplicarea educaţiei STEAM [4].

Concluzii

Evident că cele expuse reprezintă doar unele repere care contribuie la dezvoltarea educației STEAM permițând definirea unor elemente incipiente pentru entitățile implicate în procesul educațional în vederea consolidării acesteia drept o linie directoare în procesul educațional. Oricum educația STEAM sporește experiența școlară pe ambele părţi, cea a elevilor și pe cea a profesorilor, oferind și creare de standarde personale pe care elevii le vor transla pe întregul traseu academic. Astfel, educația STEM reprezintă o modalitate persistentă de perspectivă în vederea asigurării idealului educațional și a misiunii educației.

Bibliografie

1. *Codul Educației al Republicii Moldova*, nr. 152 din 17.07.2014. În: Monitorul Oficial al Republicii al Moldova, 2014, nr. 319-324.
2. MAFTEA, Serghei. Aspecte privind aplicarea tehnologiei informației și comunicațiilor în predarea matematicii. În: *Didactica științelor exacte, Volumul I. Materialele conferinței republicane a cadrelor didactice*, 27-28 Februarie, Chișinău, 2021.
3. MAFTEA, Serghei; RUSNAC, Constantin. Calitatea educației prin prisma digitalizării procesului educațional. În: *Materialele Congresului științific internațional Moldo-Polono-Român*, Vol. IV, nr.2, p.233, 14 -15 mai, Chişinău-Cracovia, 2021.
4. MAFTEA, Serghei. Geogebra ca instrument digital pentru elaborarea de sarcini interactive la matematică. În: *Materialele conferinței științifico-practice internaționale „Știință, educație, cultură" dedicate aniversării a 30 ani de la fondarea USC*, Volumul I, p. 282, 11 februarie, Comrat, 2021.
5. https://www.bls.gov/emp/tables/stem-employment.htm. Vizitat la 10.09.2021.
6. https://uil.unesco.org/.Vizitat la 20.09.2021.
7. https://www.eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)&from=EN. Vizitat la 20.09.2021.
8. https://www.eric.ed.gov/?q=source%3A%22Executive+Office+of+the+President%22&id=ED570924. Vizitat la 10.09.2021.

CZU: 37.016:51

STRATEGII METAGOGNITIVE DE REZOLVARE A PROBLEMELOR MATEMATICE CE SE REFERĂ LA PROPORȚIONALITATE

Serghei MAFTEA, dr., conf. univ., Academia „Ștefan cel Mare” a MAI
Larisa SALI, dr., conf. univ., Universitatea de Stat din Tiraspol

Rezumat. În articol sunt prezentate unele considerente privind importanța valorificării potențialului strategiilor metacognitive la rezolvarea de probleme, în particular a problemelor ce țin de proporționalitate.
Summary. The article presents some considerations on the importance of capitalizing on the potential of metacognitive strategies for problem-solving, in particular on proportionality issues problem.
Cuvinte cheie: strategii metacognitive, matematică, rezolvare de probleme, proporționalitate.
Keywords: metacognitive strategies, mathematics, problem solving, proportionality.

Introducere

Impactul contextului asupra dezvoltării comportamentului metacognitiv al copiilor are implicații clare pentru pedagogie. Există un volum considerabil de dovezi experimentale care susțin opinia că oricare ar fi nivelul de dezvoltare a abilităților, copii pot beneficia de instrucțiuni explicite în metacogniție și autoreglare, inclusiv în domeniul matematicii, unde încurajarea copiilor trebuie să articuleze strategiile reprezintă un efort cheie [2].

Aceste studii sugerează, de asemenea, că o serie de caracteristici ale cadrului și mecanismelor de instruire sunt susceptibile de a spori eficacitatea intervenției.

Intervențiile de succes au fost caracterizate de:

- ✓ instrucțiuni strategice încorporate în contexte generale de învățare autoreglată;
- ✓ prezența unor medii de învățare extrem de receptive;
- ✓ instrucțiuni cu accent pe condițiile specifice în care strategiile sunt susceptibile să funcționeze (când și de ce);
- ✓ transferul explicit de strategii între domeniile curriculumului;
- ✓ oferirea de multiple oportunități pentru activitate și reflecție.

Metacogniția este definită în termeni simpli ca fiind „gândirea despre propria gândire”. Rădăcina „meta” înseamnă „dincolo”, astfel încât termenul se referă la „dincolo de gândire”. Termenul a fost introdus de psihologul american John H. Flavell în 1979 și teoria a fost dezvoltată în anii 1980 de unii cercetători din domeniul educației timpurii [6].

Tematica legată de rapoartele dintre mărimi, proporționalitatea directă și inversă, servesc la propedeutica funcțională în clasele a 5-6-a. Studierea mărimilor proporționale permite dezvăluirea specificului noțiunii de funcție în abordarea clasică sau genetică, orientată, în temei, la înțelegerea particularităților de aplicare a matematicii în diverse domenii. Asimilarea, acomodarea și adaptarea procedeelor eficiente de aplicare a proporționalității la rezolvarea problemelor pot fi facilitate prin promovarea unor strategii adecvate acestui obiectiv.

1. Aspecte pedagogice generale care susțin metacogniția și autoreglarea în învățarea matematicii

Din șase componente ale comportamentului academic (motivația, metodele de învățare, utilizarea timpului, mediul fizic, mediul social și performanța), care demonstrează contribuții semnificative la rezultatele academice, comportamentul strategic la interacțiunea cu sarcinile academice este un domeniu pe care profesorii îl pot influența prin instruire. Acest domeniu este deosebit de important pentru copiii de gimnaziu și profesorii lor, deoarece reprezintă o răscruce de căi în cariera academică a copiilor.

Strategiile cognitive sunt fundamentale pentru dobândirea cunoștințelor și realizarea sarcinilor de învățare. Strategiile metacognitive, reprezintă strategiile folosite pentru a monitoriza sau controla cunoașterea, cum ar fi verificarea faptului că tehnica de memorare a fost corectă sau a fost selectată cea mai adecvată strategie cognitivă pentru sarcina de învățare propusă.

Cercetătorii au explorat multiple studii în care au raportat rezultatele programelor de intervenție orientate spre îmbunătățirea abilităților de studiu, autoreglare și motivație. Conform acestei meta-analize învățarea autoreglată poate fi împărțită în trei componente esențiale:

- cogniție - procesul mental implicat în cunoaștere, înțelegere și învățare;
- metacogniție - adesea definită ca „a învăța să înveți”;
- motivație - disponibilitatea de a ne angaja abilitățile metacognitive și cognitive [4].

Cunoașterea, metacogniția și motivația interacționează în moduri complexe în timpul procesului de învățare. Pentru a îndruma elevii profesorul de matematică trebuie să aibă o experiență metacognitivă bogată de studiere a matematicii și să conștientizeze că fiecare individ poate să-și dezvolte propriul traseu de achiziție a experienței cognitive și metacognitive.

Cercetările științifice psihologice și pedagogice moderne se concentrează în mod clar pe identificarea modalităților de a realiza noi oportunități pentru copii, pe determinarea caracteristicilor și stăpânirea lor a operațiilor mentale, dezvăluirea rezervelor și a premiselor de restructurare a procesului educațional, modelarea situațiilor creative în acesta, fără a se concentra doar asupra sistemului la nivel de clasă, căutând noi forme individuale și colective de educație. O atenție specială este necesară astăzi pentru a dezvolta fundamentele psihofiziologice, psihologice și didactice pentru elaborarea manualelor și materialelor didactice ale unei generații calitativ noi, stabilind relația lor cu cele mai moderne tehnologii informaționale, inclusiv Internetul [7].

2. Strategiile metacognitive și rezolvarea de probleme matematice

Rezolvarea problemelor matematice este o activitate de cercetare, dar și una practică în educația matematică care încurajează manifestarea curiozității pentru înțelegerea conținuturilor și dezvoltarea cunoștințelor matematice.

Ca activitate de cercetare, rezolvarea problemelor include analiza componentelor cognitive, sociale și afective care influențează și modelează dezvoltarea la elevi a competenței respective. Analiza calitativă a procesului de rezolvare a problemelor este un proces imperios necesar în scopuri metacognitive.

Competențele de a rezolva probleme matematice sunt utile nu numai pentru acumularea de cunoștințe, dar și pentru formarea gândirii și a atitudinii necesare procesului de studierii matematicii. Astfel, este important să fie clare strategiile metacognitive pe care elevii le pot urma, atunci când rezolvă probleme matematice.

O strategie metacognitivă de eficientizare a procesului de rezolvare a problemelor reflectă anumite aspecte ale aplicării metodelor și procedeelor recomandate. Unele strategii metacognitive contribuie la formarea unei gândiri structurate, ținând cont de faptul că la adoptarea lor elevul trebuie să ia decizii cu privire la ce are de întreprins și încotro să-și direcționeze acțiunile în vederea relevării și depășirii eventualelor obstacole. Prin aplicarea strategiilor metacognitive care implică acțiuni mentale și elaborarea unor scheme de raționament deductiv se poate obține o expunere sistematizată și bine structurată a rezolvării.

3. Experiențe metacognitive de rezolvare a problemelor despre mărimi proporționale

Studierea rapoartelor și proporțiilor permite conștientizarea de către elevi a câtorva fenomene matematice de provenienţă practică:

- înțelegerea semnificației operației matematice de împărțire în baza operațiilor cu mărimile (rezultatul împărțirii unei mărimi în părți egale; rezultatul măsurării unei mărimi cu ajutorul alteia, considerată drept unitate de măsură sau împărțirea „prin cuprindere”);
- stabilirea diferenței dintre noțiunile de măsură a mărimii și număr;
- identificarea dependențelor dintre diverse mărimi;
- elaborarea modelelor matematice în baza contextelor ce descriu realități ș.a.

Rezolvarea problemelor de proporționalitate asigură o trecere treptată de la utilizarea metodelor aritmetice la utilizarea metodelor algebrice. Facilitarea soluționării unor probleme se bazează pe proprietatea fundamentală a proporției și proporțiile derivate din proporția dată. Manualul [1, p. 161] oferă o schemă care poate servi la formularea unor reguli mnemonice utile. Astfel de reguli putem identifica în manualul [5, p. 24-30], iar o sistematizare a acestora găsim în manualul [3, p. 43-44].

Propunem în continuare câteva exemple de aplicare a unor strategii metacognitive care sprijină elevii în formarea competențelor de rezolvare a problemelor ce se referă la proporționalitate.

Problemele pentru cazul regulii de trei simplă se referă la situațiile în care sunt implicate două entități, fiecare dintre care are asociate câte două valori, cu condiția că

pentru una dintre cele două entități ambele valori se cunosc, iar pentru cealaltă entitate este cunoscută doar una dintre valori. Soluționarea problemelor de acest tip se bazează pe principiile proporționalității directe şi inverse.

Regula de trei compusă este folosită pentru a rezolva probleme care implică cel puțin trei entități fiecare dintre care are asociate câte două valori. În acest caz trebuie să fie cunoscute toate valorile entităților implicate cu excepția uneia dintre acestea. Aplicarea acestei reguli reprezintă o aplicație secvențială a regulii de trei simplă.

Exemplul 1. Pentru a transporta o cantitate de cărbune, 4 unități de transport efectuează câte 7 ture. Câte ture vor efectua 14 unități de transport pentru a transporta aceeaşi cantitate de cărbune?

Exemplul 2. În vederea asigurării procesului educațional este folosit un sistem de management al instruirii, cu ajutorul căruia se desfășoară evaluările formative. Pentru ca audientul să poată accede la o altă evaluare acesta trebuie să obțină la evaluarea precedentă un scor de promovabilitate de cel puțin 45% din nota maximală. În cadrul regulamentului de organizare și desfășurare a evaluărilor prin intermediul platformei este stabilit că în cazul evaluărilor repetate scorul maximal poate fi doar de 80% din scorul maximal stabilit în cazul promovării evaluării din prima încercare. Astfel este necesar, în această ultimă situație, în vederea respectării prevederilor regulamentului, de stabilit scorul de promovabilitate care ar asigura accesul la următoarea evaluare.

Exemplul 3. În vederea săpării traseului pentru construcția unui metrou este implicată o echipă care constă din mai mulți muncitori și tehnica necesară. În cazul când echipa este formată din 26 muncitori, care lucrează zilnic a câte 12 ore timp de 40 zile tunelul respective are următoarele dimensiuni: lungimea de 96 m, lățimea de 20 m și adâncimea de12 m. Care este lungimea tunelului ce poate fi săpat, dacă echipa ar fi suplimentată cu încă 13 muncitori, durata de timp ar fi prelungită cu încă 40 de zile și s-ar lucra zilnic a câte 10 ore, în condițiile că tunelul respectiv trebuie să aibă lățimea de10 m și adâncimea de 18 m?

Etapa1. Generarea mentală/intelectivă a reprezentării problemei

Activitățile efectuate de elev la această etapă prezintă capacitatea de a ordona procesul de gândire, atunci când transpune problema de la modul textual, care din punct de vedere al matematicii este unul abstract, într-un mod perceptibil vizual, prin intermediul elaborării unui tabel, scheme, liste sau alte forme de prezentare a informației din formularea problemei.

Această activitate este însoțită şi de activități conexe referitoare procesului de elaborare a structurii expresiilor / simbolurilor matematice, cum ar fi, de exemplu, determinarea precisă a valorilor implicate efectuând în acest sens careva calcule matematice. Ulterior, apare necesitatea de a include în modelul matematic a variabilei $\boldsymbol{x}$, în vederea exprimării valorii necunoscute a uneia dintre entități.

Prin transpunere la problemele propuse, se propun următoarele forme tabelare de reprezentare:

Exemplul 1.

Maşini	Ture
4	7
14	x

Exemplul 2.

Scor maximal	Scor de promovabilitate
10	45%
8	x

Exemplul 3.

Persoane	Zile	Ore	Adâncime	Lățime	Lungime
26	40	12	12	20	96
39	80	10	18	10	x

Etapa a 2-a. Determinarea itinerarului matematic al procesului de rezolvare a problemei

Etapa dată este axată pe activități ale elevului direcționate pe concentrarea în vederea elaborării unui plan care să aibă ca finalitate obținerea valorii căutate.

Astfel, elevul desfășoară, în principal, activități de reflecție asupra conceptelor matematice necesare de a fi folosite în condițiile formulate în problemă. Rezultatul se transpune în formularea conceptelor de proporționalitate directă şi de proporționalitate inversă.

Faza următoare a acestei etape are ca punct de plecare stabilirea tipului de proporționalitate, care continuă cu analiza numerelor şi a simbolurilor implicate. Acest ultim fapt contribuie la dezvoltarea abilității de stabilire şi efectuare a unei scheme suplimentare aferente fiecărei perechi de entități, una dintre care este cea în care este o valoare necunoscută. Activitatea este destinată ilustrării rezultatului alegerii efectuate în urma reflecției.

Exemplul 1.

Maşini	Ture
4	7
14	x

Exemplul 2.

Scor maximal	Scor de promovabilitate
10	45%
8	x

Exemplul 3.

Persoane	Zile	Ore	Adâncime	Lățime	Lungime
26	40	12	12	20	96
39	80	10	18	10	x

Primele două exemple sunt elementare şi oferă suportul cognitiv necesar pentru al treilea. În al treilea exemplu lungimea tunelului crește atât la creșterea numărului de persoane, cât şi la creșterea numărului de zile şi descrește la micșorarea numărului de ore

lucrate zilnic. Totodată se poate constata că odată cu creșterea atât a adâncimii, cât și a lățimii se constată în condițiile problemei că lungimea tunelului descrește, fiind astfel invers proporționale

Etapa 3. Executarea pașilor necesari de separare a valorii necunoscute de restul valorilor

La această etapă elevul trebuie să analizeze informația atât cu scopul de a izola matematic valoarea necunoscută, cât şi pentru a facilita realizarea următoarei etape direcționată spre determinarea soluției. Astfel, elevul efectuează o evaluare, acordând atenție imaginii de pe diagrama întocmită deja.

Următoarele activități sunt focusate, în principal, pe compunerea proporției privitoare conceptului ales şi pe executarea calculelor aferente:

Exemplul 1	Exemplul 2	Exemplul 3
$\frac{x}{7} = \frac{4}{14}$	$\frac{x}{0{,}45} = \frac{10}{8}$	$\frac{x}{96} = \frac{39}{26} \cdot \frac{80}{40} \cdot \frac{10}{12} \cdot \frac{12}{18} \cdot \frac{20}{10}$
$x = \frac{4 \cdot 7}{14}$	$x = \frac{10 \cdot 0{,}45}{8}$	$x = \frac{96 \cdot 39 \cdot 80 \cdot 10 \cdot 12 \cdot 20}{26 \cdot 40 \cdot 12 \cdot 18 \cdot 10}$
$x = 2$	$x = 0{,}5625.$	$x = 320.$

Etapa 4. Evaluarea rezultatelor și formularea răspunsurilor

După efectuarea calculelor şi obținerea rezultatului elevul se află la pasul când trebuie să aprecieze rezultatul obținut pentru a se asigura că acesta nu contravine cel puțin percepției, adică este unul veridic.

Etapa 5. Interpretarea soluției

Având deja rezultatul obținut în urma calculului, care reprezintă valoarea căutată, elevul poate formula concluzii, recomandări cu privire la rapiditatea sau lentoarea efectului social-economic al procesului investigat prin reformularea problemei, în special prin prisma modificării valorilor inițiale al entităților implicate spre majorarea sau micşorarea acestora. Astfel, etapa în cauză intervine pentru a determina cât de conştient este elevul în raport cu realizarea obiectivului stabilit şi, desigur, pentru fixarea cunoştințelor.

Tabelul de mai jos prezintă o sinteză a experienței descrise.

ETAPE	STRATEGII
1	**Generarea mentala/inelectivă a reprezentării problemei**
	Procedeul Euristic (cum?):
	Desenarea figurilor
	Generarea unei liste, scheme, tabel
	Separarea datele relevante de cele mai putin relevante
	Folosirea datelor
2	**Determinarea metodei de rezolvare a problemei**
	Procedeul Euristic (cum?):
	Crearea unei scheme bloc/diagrame
	Ipoteze şi verificare

	Analiza modelului
	Simplificarea numerelor
3	**Executarea pașilor necesari de separare/disecare**
4	**Evaluarea rezultatelor și formularea răspunsurilor**
5	**Interpretarea soluțiilor**
6	**Optimizarea strategiei metacognitive identificate**

Concluzii

Este important de a direcționa activitatea de ansamblu astfel încât elevii să poată dezvolta moduri adecvate de gândire în rezolvarea de probleme, să valorifice cunoștințele pe care deja le dețin și să dobândească noi cunoștințe, deprinderi şi abilități, iar implicit să descopere strategii metacognitive proprii.

Efectul formulării propriilor strategiilor metacognitive va fi simțit personal de fiecare elev, având ca suport analiza logică și de conținut, manifestându-se prin generarea unui proces sistematic autoreglat și contribuind la sporirea încrederii în sine.

Bibliografie

1. ACHIRI, I.; BRAICOV, A.; ȘPUNTENCO, O. *Matematică. Manual pentru clasa a 6-a*. Chișinău: Ed. Prut Internațional, 2011. 244 p.
2. ANGHILERI, J. *Teaching number sense*. Continuum International Publishing Group, 2006.
3. CHICU, N. *Matematică: manual pentru clasa a VI-a*. București: EDP, 2018. 242 p.
4. https://educationendowmentfoundation.org.uk/evidence-summaries/teaching-learning-toolkit/meta-cognition-and-self-regulation/
5. *Matematică. Aritmetică. Algebră. Manual pentru clasa a VI-a*. București: EDP, 1992. 224 p.
6. WHITEBREAD, D.; COLTMAN, P. Aspects of pedagogy supporting metacognition and self-regulation in mathematical learning of young children: evidence from an observational study. In: *ZDM Mathematics Education*, 2010. 42, p. 163–178.
7. ФЕЛЬДШТЕЙН, Д.И. Проблемы психолого-педагогических наук в пространственно-временной ситуации XXI века. В: *Доклад на общем собрании РАО*/ http://www.isae.ru/dis_issledovaniya1

CZU: 37.012:001.2

EFICIENTIZAREA PROCESULUI EDUCAȚIONAL PRIN ORGANIZAREA ȘI IMPLEMENTAREA STRATEGIILOR DIDACTICE A CONȚINUTURILOR ÎNVĂȚĂRII, PRIN ABORDĂRI INTER ȘI TRANSDISCIPLINARE

Maria MIRICINSCHI, profesor de matematică, IP LT „Ion Creangă”
Ion MIRICINSCHI, profesor de matematică, IP LT „Ștefan cel Mare”

Rezumat. Transdisciplinaritatea este o abordare nouă în procesul educativ. Abordările transdisciplinare pun elevii în situaţia de a utiliza cunoştinţele din matematică, chimie, fizică, informatică în alte contexte decât cele studiate la ore, în compartimente teoretice, descoperind, astfel, elevilor utilitatea disciplinelor studiate. Astfel, motivaţia elevilor pentru învăţare creşte. Scopurile acestui tip de activităţi sunt:

- crearea unor contexte autentice în care elevii sunt puşi în situaţia de a aplica cele învăţate;
- încurajarea elevilor în a experimenta legături între concept şi teme studiate la diverse disciplini;
- realizarea învățării centrate pe elev într-un mediu de colaborare, activ;
- utilizarea strategiilor de învăţare bazate pe investigaţie.

În activitățile/secvențele transdisciplinare elevii fac legături între diferite teme şi/sau concepte învăţate anterior. Elevii integrează şi aplică cunoştinţe acumulate la disciplinele reale în etapele de formare a depriderilor prin analiză-sinteză și evaluare. Rezolvarea unei probleme (din context cotidian) stă în centrul activităţii elevului, iar noi, profesorii suntem cei care îi sprijinim pe elevi în a înţelege relevanţa propriei investigaţii. Aceste abordări didactice inter/transdisciplinare îi aduc pe elevi mult mai aproape de realitate, dezvoltându-le o gândire flexibilă şi creatoare, în măsură să ofere soluţii şi să-i îndrume spre o carieră şcolară şi profesională la standarde europene, să-şi asume roluri şi responsabilităţi, să ia decizii pentru cei din jur, să răspundă rapid şi corect la diversele provocări ale vieţii.

Cuvinte-cheie: strategie, elev, educație, proces, interes, profesor, real, succes, schimbare, calitate.

Summary. Trans disciplinarity is a new approach in the educational process. Trans disciplinary approaches make pupils use the knowledge from mathematics, chemistry, physics, IT in other life situations, besides school environment, in theoretical sectors, thus, showing the pupils the usefulness of the studied disciplines. Therefore, the pupils’ motivation for learning increases. The goals of this type of activity are:

- Creating authentic contexts in which pupils have to apply into practice what they have learned;
- Encouraging pupils to experiment the connections between the concept and the topics from various disciplines;
- Achieving student-centered learning in an active collaborative environment;
- Using learning strategies based on research.

In the trans disciplinary activities/ sequences, pupils make connections between different previously learned topics and /or concepts. The pupils integrate and apply the gained knowledge from science classes through analysis, synthesis and evaluation. The problem solving (from an everyday context) stands at the core of the pupil’s activity, and, we, teachers, are the ones who give them support and make them comprehend the relevance of their own research.

These inter/trans disciplinary didactic approaches bring pupils much closer to reality, enhance their critical thinking, offer solutions and guide them towards European standards school and professional career, make them be more responsible, facilitate decision making process and help to face life challenges successfully.

Key words: strategy, pupil, education, process, interest, teacher, reality, success, change, quality.

Motto-ul: *„Pentru că ne aflăm astăzi în plină revoluţie a inteligenţei, trebuie să înţelegem că inter/transdisciplinaritatea ne descoperă dimensiunea poetică a existenţei, traversând, aşa cum am spus, toate disciplinele dincolo de ele."* (***Basarab Nicolescu***)

Abordarea transdisciplinară are menirea de a apropia procesul educațional de viața cotidiană a elevilor și de nevoile comunității în care aceștia trăiesc, luarea în vedere a complexității rolurilor pe care le vor juca elevii de azi în societatea viitoare, de la cel de ființă autonomă, de membru al familiei și al unei colectivități, de cetățean și producător, până la cel de subiect și obiect al multiplelor și diverselor experiențe de viață succesive, care îl vor ajuta să se cunoască pe sine și să abordeze o concepție autonomă ca ființă liberă și creatoare. Accentul se plasează spre conștientizare, cooperare, gândire critică și creativă, spre adaptabilitate și interpretarea lumii mereu în schimbare. Cercetarea temei a pornit de la **ipoteza** că este primordială *„Valorificarea experienței avansate prin implementarea eficientă a Curriculumului Modernizat, în scopul asigurării accesului, a relevanței și a educației de calitate, orientată spre standarde europene în cadrul unei școli prietenoase copilului”*.

Finalitățile cercetării temei:

Asigurarea unui demers educaţional regulamentar, standardizat, corespunzător CM:

1. Optimizarea procesului didactic prin aplicarea strategiilor de predare/învățare/evaluare;
2. Dezvoltarea abilităților creative a elevilor în procesul de studiu al științelor exacte;
3. Modelarea contextelor matematice variate pentru soluționarea problemelor complexe;
4. Formarea competențelor matematice la rezolvarea problemelor din diverse module;
5. Evaluarea eficientă a rezultatelor școlare;
6. Implementarea noilor tehnologii informaționale la orele de matematică/fizică/ informatică.

Strategia didactică reprezintă un concept caracterizat de o pluralitate semantică. Strategia didactică este:

- un ansamblu de acţiuni şi operaţii de predare/învăţare în mod deliberat structurate sau programate, orientate în direcţia atingerii, în condiţii de maximă eficacitate a obiectivelor prestabilite;
- totalitatea mijloacelor puse în lucru pentru a atinge scopul fixat, începând de la organizarea materială şi alegerea suporturilor până la determinarea sarcinii de învăţare şi a condiţiilor de realizare;
- o acţiune decompozabilă într-o suită de decizii/operaţii, fiecare decizie asigurând trecerea la secvenţa următoare pe baza valorificării informaţiilor dobândite în etapa anterioară;
- un grup de două sau mai multe metode şi procedee integrate într-o structură operaţională, angajată la nivelul activităţii de predare/învăţare/evaluare, pentru realizarea obiectivelor pedagogice generale, specifice şi concrete ale acesteia, la parametri de calitate superioară;
- ansamblu de resurse şi metode planificate şi organizate de profesor cu scopul de a permite elevilor să atingă obiectivele date;

- un ansamblu de procedee prin care se realizează conlucrarea dintre profesor şi elevi în vederea predării şi învăţării unui volum de informaţii, a formării unor priceperi şi deprinderi, a dezvoltării personalităţii umane.

Strategia didactică presupune un mod de abordare a unei situaţii de instruire specifice, atât din punct de vedere psihosocial (relaţii şi interacţiuni), cât şi din punct de vedere psihopedagogic (motivaţie, personalitate, stil de învăţare, etc.); reprezentările şi convingerile psihopedagogice ale cadrului didactic sunt elemente determinante în construcţia strategiei.

Strategia didactică are o structură multinivelară: metode de instruire, mijloace de instruire, forme de organizare a instruirii, interacţiuni şi relaţii instrucţionale, decizia instrucţională, în care dimensiunea finalist determinată de focalizarea pe anumite obiective, nu rezultă din suma elementelor enumerate, ci din sinteza şi interacţiunea lor.

Strategia didactică se înscrie în demersul de optimizare a instruirii, fiind un mod funcţional de gestionare a resurselor instrucţionale în vederea atingerii criteriilor de eficienţă şi eficacitate ale procesului de predare/învățare/evaluare.

Imperativul calităţii în educaţie obligă la o reconsiderare a demersului educaţional al profesorului, astfel încât strategiile didactice elaborate să fie centrate pe învăţare şi, respectiv, pe cel care învaţă. Strategiile didactice interactive promovează o învăţare activă, implică o colaborare susţinută între elevi care, organizaţi în microgrupuri, lucrează împreună pentru realizarea unor obiective prestabilite. Cadrul didactic plasează accentul nu pe rolul de difuzor al mesajelor informaţionale, ci pe rolurile de organizator, facilitator şi mediator al activităţilor de învăţare. Demersul didactic este conceput astfel încât nu îl mai are în centru pe profesor, ci pe elev. Rolul profesorului rămâne unul capital, însă, renunţând la vechile practici educaţionale rigide şi uniforme, el devine organizator al unui mediu de învăţare adaptat particularităţilor şi nevoilor beneficiarilor, facilitând procesul învăţării şi dezvoltarea competenţelor. Proiectând şi realizând activităţi de predare/învăţare/evaluare bazate pe strategii didactice interactive, cadrul didactic oferă elevilor multiple ocazii de a se implica în procesul propriei formări, de a-şi exprima în mod liber ideile, opiniile şi de a le confrunta cu cele ale colegilor, de a-şi dezvolta competenţele metacognitive.

Strategii didactice în didactica modernă, procesul de predare – învățare îmbină un act de comunicare cu un efort de însuşire din partea elevului. Profesorul este cel care inițiază dialogul, selectează şi structurează materialul, propune şi organizează activitatea elevului cu acest material, inclusiv fixarea sa în memorie. Elevul îşi formează noi mecanisme de achiziție (noțiuni, operații) pentru a prelua informații noi prin participare activă. Activitatea de predare semnifică mult mai mult decât a spune sau a dicta lecția. Ea reuneşte următoarele aspecte:

- prezintă exemple, rezultate, modele;
- propune elevilor o activitate asupra acestora: de analiză, de comparare, etc.;
- extrage esențialul care este condensat în definiții, reguli, teoreme;
- organizează şi îndrumă actul de învățare;
- face operante cunoştințele în itemi (indiferent dacă aceştia sunt teoretici sau calculatorii).

Strategiile didactice sunt modalități complexe de organizare şi conducere a procesului de instruire pe baza combinării metodelor, a mijloacelor de învățare şi a formelor de grupare a elevilor, în scopul realizării obiectivelor pedagogice. Ele contribuie la optimizarea procesului de instruire şi de formare a personalității elevilor, profesorul dirijând, conducând şi reglând continuu acțiunea instructivă în direcția impusă de finalitățile actului de învățare.

*Strategiile didactic*e au caracter dinamic, ele fiind într-o permanentă înnoire în scopul realizării unui învățământ formativ-educativ. Profesorul îşi stabileşte strategiile didactice având în vedere conținutul şi obiectivele situației de instruire, diferitele tipuri de învățare, principiile didacticii, sistemul de gândire şi nivelul de cunoştințe al elevilor, spațiul şcolar unde se desfăşoară lecția şi timpul acordat acesteia.

Strategiile didactice de instruire comportă o împărțire şi o clasificare după mai multe criterii:

- după operațiile cognitive predominante:
  a. **strategii inductive**, în care demersul didactic porneşte de la concret la abstract, adică de la analiza unor exemple, date, fenomene, la formularea de reguli, legi, principii;
  b. **strategii deductive**, în care calea urmată este inversă celei inductive, pornind de la general la particular, de la legi şi principii la concretizarea lor în exemple;
  c. **strategii analogice**, în care se translatează unele explicații de la un domeniu la altul;
  d. **strategii transductive**, care fac apel la raționamente mai sofisticate, de natură metaforică, eseistică, jocuri de limbaj;
  e. **strategii mixte**, care îmbină unele procedee de mai sus (inductiv-deductiv, de exemplu).
- după gradul de structurare a sarcinilor de instruire:
  a. **strategii algoritmice**, bazate pe structuri fixe;
  b. **strategii semi-prescrise**, cu registre largi privind libertatea de intervenție;
  c. **strategii euristice**, ce încurajează căutarea, descoperirea pe cont propriu, prin încercare şi eroare.

Strategia didactică se poate construi pe mai multe paliere sau componente:

- mediul de organizare a situațiilor de învățare: formal, la nivelul orei; semiformal, înainte sau după intervalele stricte ale programului; extraşcolar, prin activități complementare traseelor didactice;
- forma de organizare a elevilor: individual/pe grupe/frontală;
- gradul de explicitate al conținuturilor: directe/sugerate/ascunse;
- dimensiunea cantitativă a conținutului transmis: secvențial; integrat, pe unități tematice; global;
- gradul de intervenție sau asistență al cadrului didactic: permanent/episodic/combinat;
- gradul de legătură dintre diferitele secvențe: episoade independente, autonome; episoade corelate pe un plan sincronic; episoade derivate, pe un plan diacronic.

Etapele elaborării unei strategii didactice eficiente:

- ✓ examinarea scopurilor şi a obiectivelor de atins;
- ✓ alegerea conţinuturilor corespunzătoare, adaptarea, organizarea acestora;

- ✓ examinarea exigenţelor şi orientărilor impuse de normele şi principiile didactice;
- ✓ examinarea alternativelor metodologice de predare/învăţare/evaluare disponibile;
- ✓ analiza resurselor disponibile: umane (particularitaţile elevilor), materiale (mijloace didactice, materiale didactice), de conţinut (manuale, ghiduri, caiete tip, materiale bibliografice), de tip şcolar etc.;
- ✓ optarea pentru o anumită formă de grupare a colectivului de elevi;
- ✓ alegerea metodelor, tehnicilor de instruire, mijloacelor didactice în funcţie de situaţia de instruire propusă;
- ✓ elaborarea unor soluţii alternative asupra posibilităţilor şi căilor optime de combinare a metodelor, mijloacelor şi formelor de organizare a colectivului.

Criteriile de apreciere a eficienței unei strategii didactice:

- ➢ gradul de plăcere în învăţare pe care-l conferă strategia didactică elevilor, motivându-i intrinsec să-şi construiască propriile înţelesuri şi să interiorizeze cunoştinţele noi;
- ➢ eficienţa învăţării, nivelul de însușire al cunostinţelor, priceperilor şi deprinderilor şi de atingere a obiectivelor propuse;
- ➢ eficienţa în formarea şi dezvoltarea abilităţilor de a folosi ceea ce s-a învăţat, în practică, în viață;
- ➢ raportul dintre necesarul de timp solicitat de strategia didactică aleasă şi timpul disponibil;
- ➢ relaţia de eficienţă şi de complementaritate dintre metodele, tehnicile, mijloacele didactice şi formele de organizare a activitaţii, ca părţi componente ale strategiei didactice.

Unele exemple din practica noastră de utilizare a diverselor activități inter/transdisciplinare:

- aplicații ale integralei nedefinite în fizică;
- aplicații ale integralelor definite la calcularea ariilor diferitor figuri mărginite de linii curbe;
- probleme ecologice;
- probleme de optimizare;
- probleme de programare liniară;
- modelarea corpurilor geometrice;
- ora extracurriculară „Geometria în ajutorul algebrei”.

În concluzie, nivelul transdisciplinar presupune abordarea integrată a curriculumului prin centrarea pe probleme ale vieţii reale, cu focalizare pe identificare de soluţii, rezolvare de probleme din viaţa autentică, în scopul dezvoltării competenţelor transversale. Abordarea transdisciplinară:

- o oferă elevilor cadrul formal adecvat pentru organizarea cunoştinţelor;
- o este adecvată pentru toate nivelurile de abilitate intelectuală ori stil de învăţare;
- o este în totalitate participativă, centrată pe elev, bazată pe experienţe anterioare;
- o necesită utilizarea oricărui stil activ de predare;

- prezintă un înalt grad de complexitate, atât în ce priveşte conţinutul, cât şi metodologia de abordare;
- este permanent rafinată, actualizată, ca urmare a feedback-ului utilizatorului de educaţie.

Competenţele transdisciplinare sunt clasificate astfel:

- competenţe generale-metodologice: observarea, experimentarea, reprezentarea grafică, interpretarea datelor sau a unui text;
- competenţe metacognitive – estimare a gradului de dificultate a sarcinii de lucru, planificarea strategică, evaluarea rezultatelor, monitorizarea comportamentală, tehnici personale de învăţare;
- atitudine pozitivă, motivantă-realism, interes pentru învăţare, toleranţă pentru informaţii contradictorii, atitudine pozitivă faţă de performanţele personale;
- abilităţi pragmatice – iniţiativa personală, capacitate de concentrare, orientarea acţiunilor spre rezolvarea sarcinii, deprinderi de muncă.

Ce va şti să facă elevul în urma învăţării transdisciplinare?

- să interpreteze, să analizeze, să formuleze, să exprime opinii personale;
- să utilizeze informaţia în scopul rezolvării unei probleme date;
- să identifice şi soluţioneze probleme.

Conţinuturile organizate transdisciplinar se axează în procesul educaţional nu pe disciplină, ci pe demersurile intelectuale, afective şi psihomotorii ale elevului. Organizarea conţinuturilor în manieră transdisciplinară se bazează în procesul de predare/învăţare/ evaluare pe conduitele mentale ale elevului din perspectiva unei integrări efective, realizată de-a lungul tuturor etapelor procesului educaţional (proiectare, desfăşurare, evaluare). Metodele active de predare în abordarea transdisciplinară transformă elevul din obiect în subiect al învăţării, îl fac pe elev coparticipant la propria sa educaţie şi asigură elevului posibilitatea de a se manifesta ca individ, dar şi ca membru în echipă.

Bibliografie

1. OPREA, C.L. *Strategii didactice interactive - repere teoretice si practice.* Bucureşti: EDP, ediția I in 2006, ediția a II-a în 2007, ediția a III-a revizuită în 2008, ediția a IV-a, 2009.
2. AUSUBEL, D.; FLOYD, R. *Învăţarea în şcoală*. Bucureşti: EDP, 1981. 236 p.
3. CERGHIT, I. *Metode de învăţămînt.* Bucureşti: EDP, 1997. 215 p.
4. CERGHIT, I. *Sisteme de instruire alternative şi complementare. Structuri, stiluri şi strategii*. Bucureşti: Aramis, 2002. 400 p.
5. GEISSLER, E. *Mijloace de educaţie.* Bucureşti: EDP, 1977. 342 p.
6. HANDRABURA, L. Învăţarea prin cooperare: ipoteze de lucru. În: *Didactica Pro...*, nr.1 (17), 2003. p. 49-53.
7. RAYNAL, F.; RIEUNIER, A. *Pedagogie: dictionnaire des concepts cles. Appretissages formation et psichologie cognitive.* Paris: ESF, 1997. 304 p.
8. WHITEHEAD, A. N. *The Aims of Education.* Londra: Ernest Benn Limited, 1962. 94 p.

CZU: 001.2:372.851

PLURIDISCIPLINARITATE, TRANSDISCIPLINARITATE ȘI INTERDISCIPLINARITATE APLICABILE ÎN PREDAREA MATEMATICII

Delia MUSTACĂ

Școala Gimnazială Nr. 17 Ion Minulescu Constanța, România

Rezumat. În învățământul preuniversitar de astăzi este tot mai des întâlnită noțiunea de organizare a conținuturilor din perspectivă integrată. Astfel, a fost creat planul cadru și structura pe șapte arii curriculare (reprezintă o asociere de discipline cu anumite obiective de formare asociate).

Caracterul interdisciplinar al învățământului nu se reflect în manualele școlare. Este necesară, spre exemplu, o corelare mai bună a programei de matematică cu programele disciplinelor tehnice. Integrarea tehnologiilor informatice și comunicaționale (TIC), în procesul de predare –învățare – evaluare, a devenit în ultimele două decenii o prioritate a politicilor educaționale pe toate meridianele lumii întrucât se deschid noi orizonturi pentru practica educației.

Abstract. In today's pre-university education, the notion of organizing contents from an integrated perspective is more and more common. Thus, the framework plan and the structure on seven curricular areas were created (it represents an association of disciplines with certain associated training objectives).

The interdisciplinary nature of education is not reflected in the school books. There is a need, for example, for a better correlation of the mathematics curriculum with the curricula. The integration of information and communication technologies (ICT) in the teaching-learning-assessment process has become in the last two decades a priority of educational policies on all meridians of the world as new horizons open for the practice of education.

Cuvinte cheie: matematică, interdisciplinar, transdisciplinar, pluridisciplinar.

Keywords: mathematics, interdisciplinary, transdisciplinary, multidisciplinary.

În contextul pandemie de coronavirus, procesul de predare-învățare-evaluare a suferit modificări importante. Cadrele didactice se află în fața unor provocări fără precedent impuse mai ales de asaltul tehnologiilor moderne și de necesitatea adaptării metodelor și mijloacelor de învățământ la noile realități. O soluție dintre cele mai viabile este, în opinia noastră, apelarea la abordări moderne.

La mijlocul secolului al XX-lea, nevoia de punți între diferitele discipline a dus la apariția pluridisciplinarității și a interdisciplinarității. Basarab Nicolescu, unul dintre cei mai cunoscuți teoreticieni în domeniu, afirma că pluridisciplinaritatea se referă la studierea unui obiect dintr-una și aceiași disciplină prin intermediul mai multor discipline deodată. Pe de altă parte, interdisciplinaritatea desemnează transferul metodelor dintr-o disciplină într-alta iar transdisciplinaritatea**,** așa cum ne-o arată și prefixul trans-, studiază ceea ce se află în același timp și între discipline și înăuntrul diverselor discipline și dincolo de orice disciplină. Finalitatea sa este înțelegerea lumii prezente, unul dintre imperativele sale fiind unitatea cunoașterii.

Conținutul disciplinelor școlare a fost conceput, în mod tradițional, cu o independență marcantă a unor discipline față de altele, adică fiecare disciplină studiată să fie de sine stătătoare. Deci, cunoștințele acumulate de elevi reprezintă adesea un ansamblu de elemente separate, ducând la o cunoaștere statică a lumii. Uneori, unele materii folosesc noțiuni

teoretice specifice altor materii, iar aceste noțiuni teoretice sunt predate mai târziu. Alteori, aceleași noțiuni teoretice sunt predate la mai multe materii, pierzând astfel timp prețios.

În învățământul preuniversitar de astăzi este tot mai des întâlnită noțiunea de organizarea conținuturilor din perspectivă integrată. Astfel, a fost creat planul cadru și structura pe șapte arii curriculare (reprezintă o asociere de discipline cu anumite obiective de formare asociate).

În școlile gimnaziale temele interdisciplinare sunt incluse prin intermediul Curriculumului Național.

Integrarea conținuturilor presupune stabilirea unor relații strânse, convergente între următoarele elemente: concepte, abilități, valori aparținând disciplinelor școlare distincte [1].

Abordarea interdisciplinară presupune stabilirea de legături între discipline, iar succesul în activitatea tinerilor se realizează atunci când aceștia pot să coreleze interdisciplinar informațiile dobândite în cadrul lecțiilor.

Promovarea învățământului interdisciplinar poate fi realizată la nivelul planului de învățământ, la nivelul programelor școlare (prin realizarea interdependenței între obiecte și prin formularea unor competențe instructiv-educative comune), la nivelul manualelor școlare și prin conținutul lecțiilor.

Caracterul interdisciplinar al învățământului nu se reflectă în manualele școlare. Este necesară, spre exemplu, o corelare mai bună a programei de matematică cu programele disciplinelor tehnice. Integrarea tehnologiilor informatice și comunicaționale (TIC), în procesul de predare –învățare – evaluare, a devenit în ultimele două decenii o prioritate a politicilor educaționale pe toate meridianele lumii întrucât se deschid noi orizonturi pentru practica educației: facilitarea proceselor de prezentare a informației, de procesare a acesteia de către elev, de construire a cunoașterii.

Tehnologiile multimedia (MM) îi oferă utilizatorului diferite combinații, imagine, sunet, voce, animație, video, pe când, tehnologiile hipermedia (HM) combină multimedia cu hypertextul, facilitând navigarea fără obstacole între diferite tipuri de date: texte, sunete, imagini fixe, imagini animate. Rolul cadrului didactic din învățământului tradițional, de transmițător al informației, se poate transforma în cel de facilitator al învățării prin regândirea propriei misiuni: crearea unui ambient (scop, informații, resurse, strategie) care să-i permită elevului să-și construiască/dezvolte cunoașterea, cu ajutorul TIC.

Matematica oferă suport teoretic pentru multe discipline: fizică, chimie, biologie, devansând teoretic celelalte științe, construind modele, deschizând drumuri. O ecuație matematică poate fi o lege în chimie sau fizică.

În fizică și chimie întâlnim proporțiile, funcțiile trigonometrice, ca și alte abstractizări ale matematicii. Multe noțiuni matematice pot fi integrate cu exemple practice din alte discipline.

Iată câteva exemple ale utilizării matematicii la:

- fizică: raportul a două numere determină viteza medie-raportul dintre distanța parcursă și timpul de parcurgere;

- chimie: mărimile direct proporționale;
- geografie: volumul și aria sferei (Pământului).

Considerate independente ca discipline matematice, geometria și algebra au fost puse într-o strânsă legătură de către Descartes creând o interdisciplinaritate care a generat o nouă disciplină matematică numită geometria analitică.

Legătura dintre matematică și fizică este foarte veche și consacrată din punct de vedere științific, deși, pentru elevi există încă probleme în înțelegerea acestor discipline: unii elevi, destul de buni la matematică, nu iubesc fizica dar o învață din obligație, alții nu înțeleg utilitatea unor noțiuni teoretice din matematică.

Pentru cadrele didactice este important să reușească să pună cunoștințele de fizică și pe cele de matematică în strict legătură, iar în viața de zi cu zi să privească dezvoltarea acestora prin prisma aplicațiilor lor în viața oamenilor.

Pluridisciplinaritatea (multidisciplinaritatea) se raportează la situația în care o temă dintr-un anumit domeniu este analizată din viziunea mai multor discipline.

Predarea – învățarea prin asocierea obiectelor de studiu înfățișează noutatea în lecții, le stimulează creativitatea elevilor și ajută la omogenizarea procesului instructiv – educativ, la dezvoltarea unui om cu o cultură cuprinzătoare, a unui om adaptat condițiilor din zilele noastre.

Interdisciplinaritatea este „o formă de cooperare între discipline diferite cu privire la o problematică, a cărei complexitate nu poate fi surprinsă decât printr-o convergență și o combinare prudentă a mai multor puncte de vedere” [2].

Predarea interdisciplinară se bazează pe aspectele multiple ale dezvoltării copilului: intelectuală, emoțională, socială, fizică și estetică și asigură adaptarea sa la condițiile actuale asemenea abordării transdisciplinare a unor noțiuni și concept din diferite materii de studiu.

Cadrele didactice trebuie să fie la curent și să-și perfecționeze metodele și mijloacele de predare-învățare-evaluare, să participe la cursuri de formare și să fie deschise la noile tehnologii deoarece viitorul este al celor flexibili și creativi.

Bibliografie

1. DE LANDSHEERE, G. *Dictionaire de l'evaluation et de recherche en education*. Paris: PUF, 1992.
2. CUCOȘ, C. *Pedagogie*. Iași: Editura Polirom, 1996.
3. BOACĂ, V.; GAVRILĂ, C. Methodological aspects regarding interdisciplinary teaching in the agricultural higher education. In: *Research Journal of Agricultural Science*, 49 (3), 2017. p. 14-17.

CZU: 001.2:372.851+373.3

INTERDISCIPLINARITATEA – FORMĂ MODERNĂ DE ORGANIZARE A LECȚIILOR DE MATEMATICĂ ÎN ÎNVĂȚĂMÂNTUL PRIMAR

Alexandra NOUR, dr., lector universitar
catedra PMÎP, UST

Rezumat. Interdisciplinaritatea reprezintă o modalitate de organizare a conținuturilor învățării cu implicații asupra întregii strategii de proiectare a curriculumului, care oferă o imagine unitară asupra fenomenelor și proceselor studiate în cadrul lecțiilor de matematică. Corelarea conținuturilor matematice cu cele de la diferite discipline de învăţământ contribuie substanţial la realizarea educaţiei elevilor, la formarea şi dezvoltarea flexibilităţii gândirii, a capacităţii de a aplica cunoştinţele în practică, la fixarea şi sistematizarea cunoştinţelor. Activitățile matematice interdisciplinare oferă cadrului didactic o paletă mult mai largă de abordare a obiectivelor, ceea ce contribuie la stimularea și activizarea elevilor.

Cuvinte-cheie: interdisciplinaritate, învățare, conținuturi, strategii, capacități, activități, forme de învățare, principii, educație, proces.

Summary. Interdisciplinarity is a way of organizing learning content with implications for the entire curriculum design strategy, which provides a unitary picture of the phenomena and processes studied in mathematics lessons. The correlation of the mathematical contents with those from different educational disciplines contributes substantially to the realization of the students' education, to the formation and development of the thinking flexibility, of the capacity to apply the knowledge in practice, to the fixation and systematization of the knowledge. The interdisciplinary mathematical activities offer the teacher a much wider range of approaches to the objectives, which contributes to the stimulation and activation of the students.

Keywords: interdisciplinarity, learning, contents, strategies, abilities, activities, forms of learning, principles, education, process.

Învățarea matematicii este importantă în orice sistem educațional care urmărește pregătirea cetățenilor pentru o viață productivă în secolul XXI. Conform Curriculumului Național „ o pregătire trainică în matematică este esențială pentru asigurarea unei forțe de muncă înalt calificate și bine educate, capabilă de a dezvolta o economie bazată pe inovare și tehnologie” [4]. Scopul major al educaţiei matematice la nivelul primar de învăţământ, vizat prin prezentul curriculum, este: dezvoltarea armonioasă a personalităţii copilului de vârstă școlară mică. Datorită tehnologiilor informaționale moderne, creșterii calității educației există posibilitate de a integra elevul în anumit domeniu, precum ar fi domeniul matematicii, prin alte științe reale, dar și socio-umanistice. Manifestând interesul pentru o disciplină, elevul este nevoit să știe și alte aspecte interdisciplinare ce corelează cu subiectul învățat. Disciplinele nu dau imaginea completă a lucrurilor, dacă sunt privite izolat. Un conținut școlar proiectat, elaborat și utilizat în manieră interdisciplinară corespunde mult mai bine realității prezentate, conducând la o înțelegere cât mai bună și unitară din partea elevilor [4].

Interdisciplinaritatea reprezintă o modalitate de organizare a conținuturilor învățării cu implicații asupra întregii strategii de proiectare a curriculumului, care oferă o imagine unitară asupra fenomenelor și proceselor studiate în cadrul diferitelor discipline de învățământ și care facilitează contextualitatea și aplicarea cunoștințelor școlare în diferite situații de viață [8].

Interdisciplinaritatea se integrează în procesul de învățământ ca necesitate a depăşirii neajunsurilor creatoare de cunoaştere, care a pus graniţe artificiale între diferite domenii ale ei. Argumentul decisiv pentru interdisciplinaritate constă în aceea că oferă o imagine integrată a lucrurilor care sunt analizate separat [1].

În înfăptuirea unui învăţământ modern, formativ predarea-învăţarea interdisciplinară este o condiţie importantă. Corelarea cunoştinţelor de la diferitele obiecte de învăţământ contribuie substanţial la realizarea educaţiei elevilor, la formarea şi dezvoltarea flexibilităţii gândirii, a capacităţii de a aplica cunoştinţele în practică; corelarea conținuturilor fixează şi sistematizează mai bine cunoştinţele, o disciplină o ajută pe cealaltă să fie mai bine însuşită. Predarea – învăţarea prin corelarea obiectelor de studiu reprezintă noul în lecţii, care activează pe elevi, le stimulează creativitatea şi contribuie la unitatea procesului educațional, la formarea unui om cu o cultură vastă. Legătura dintre discipline se poate realiza la nivelul conţinuturilor, obiectivelor, dar se creează şi un mediu propice pentru ca fiecare elev să se exprime liber, să-şi dea frâu liber sentimentelor, să lucreze în echipă sau individual.

În aria curriculară *Matematică şi ştiinţe ale naturii*, interdisciplinaritatea este absolut obligatorie, având în vedere aplicabilitatea directă în practică a matematicii şi a ştiinţelor naturii. Interdisciplinaritatea în cadrul acestei arii curriculare înseamnă studii şi acţiuni în planul conţinuturilor şi al metodologiilor, care să ofere cunoaşterea fenomenelor în dinamica lor, deschizând calea spre sinteze generalizatoare. Succesul în activitatea tinerilor este posibil, numai dacă aceştia pot să coreleze interdisciplinar informaţiile obţinute din lecţii [7].

Interdisciplinaritatea între matematică şi ştiinţe ale naturii se realizează în special în planul conţinuturilor, având matematica drept instrument de lucru, fiecare demers (observare, experimentare, formulare de legi, teoretizare) fiind realizat în spirit matematic. Ştiinţele naturii au devenit mari consumatoare de instrumente matematice. De cele mai multe ori, matematica devansează teoretic celelalte ştiinţe, deschizând drumuri, construind modele. Un învăţător talentat nu explică, doar, elevilor faptul că fără cunoştiinţe matematice nu poate studia ştiinţele naturii, ci reuşeşte să-i conştientizeze în mod real, făcându-i să-şi impună stiluri de lucru adecvate [9].

Interdisciplinaritatea între matematică şi cunoaşterea mediului se realizează şi în planul strategiilor didactice, atât ca forme de organizare a lecţiei, ca metode folosite în transmiterea cunoştiinţelor, cât şi ca metode de verificare şi evaluare.

Formarea viziunii interdisciplinare asupra lumii şi în acelaşi timp formarea elevilor pentru a fi capabili să realizeze abordări de acest fel, necesită apelul la modalităţi de lucru care favorizează exersarea principalelor procese ale gândirii, fără de care nu este posibilă cunoaşterea multiplelor şi variatelor interdependenţe dintre fenomenele lumii reale [5]. În ceea ce privește activitățile matematice, abordarea interdisciplinară ajută cadrul didactic să obțină o serie de avantaje :

- ajută școlarii să sesizeze relația matematicii cu alte discipline, să vadă că matematica face parte din viața de zi cu zi și să stabilească legături între conținuturi;

- ajută copiii să identifice metode de abordare comune unor discipline aparent opuse;
- oferă un arsenal mult mai bogat de abordare a conținuturilor matematice decât activitățile monodisciplinare;
- se pot desfășura în orice moment al zilei atât la activitățile pe domenii experențiale, cât și la activitățile alese și de dezvoltare personală;
- se concentrează pe implicarea directă în activitate pe stimularea atenției, memoriei, gândirii critice și divergente, imaginației și limbajului copiilor, pe dezvoltarea colaborării, a spiritului critic;
- încurajează școlarii să caute și să descopere soluții diverse la probleme;
- prin metodele utilizate, activitățile matematice interdisciplinare îndrumă școlarii spre sesizarea multitudinii de forme prin care se pot însuși conceptele matematice și spre observarea punctelor comune între matematică și alte discipline;
- activitățile matematice interdisciplinare oferă învăţătoarei o paletă mult mai largă de abordare a obiectivelor decât cele monodisciplinare, ceea ce înseamnă că ea are la îndemână un arsenal mult mai bogat de stimulare, de activizare a elevilor [2].

Propunem în continuare câteva tipuri de activități de învățare interdisciplinară:

Învățarea experențială este „procesul prin care cunoașterea se creează din experiența directă, în sensul bine cunoscutei expresii a învăța din experiență”. Este învățarea care are loc în urma reflecției asupra a ceea ce se face, este înrudită cu învățarea prin acțiune, prin aventură, prin liberul arbitru, prin cooperare și prin serviciu în folosul comunității. Accentul este pus pe procesul de învățare individual și intervine atunci când o persoană se angrenează într-o activitate, revizuiește această activitate în mod critic, trage concluzii utile și aplică rezultatele într-o situație practică. Învăţarea experienţială are trei componente: cunoştinţe – concepte, fapte, informaţie şi experienţa anterioară; activităţi – cunoştinţe aplicate la evenimentele curente, în desfăşurare; reflecţie – gândire axată pe analiză şi evaluarea propriilor activităţi şi a contribuţiei la propria creştere personală [2]. Fazele învățării experențiale sunt:

1. Experiența concretă;
2. Explorarea, observarea și reflecția;
3. Generalizarea experienței;
4. Implicarea activă [10].

Învățarea prin colaborare este o formă a învățării colaborative, o tehnică instrucțională în care elevii lucrează în grupuri pentru a atinge scopuri comune, fiecare dintre ei contribuind la aceasta în mod individual. Învățarea prin colaborare este o metodă didactică bazată pe organizarea, în funcție de obiectivele operaționale bine stabilite, a unei munci colective fondate pe complementaritate și convergență teleologică, orientată spre asigurarea aspectului social al învățării și care vizează dezvoltarea deprinderilor de comunicare interpersonală, a interacțiunilor, competențelor și comportamentelor sociale, de tip interacționist și

comunicative ale elevilor. Ea valorizează nevoia elevilor de a munci împreună ca o adevărată echipă, într-un climat colegial, de susținere, de a se corecta reciproc, de a-și activa, actualiza și revizui cunoștințele anterioare, de a-și exersa gândirea activă, logică, divergentă și creatoare [2].

Învățarea prin descoperire reprezintă acea modalitate de participare activă și interactivă a elevilor în procesul didactic care constă în efectuarea de activități de investigații proprii, independente (individuale sau colective), orientate în direcția cercetării, reconstrucției și redescoperirii adevărurilor științifice și a metodelor de elaborare a acestora. Un elev învață prin descoperire atunci când se află în fața unei probleme (pentru a cărei rezolvare nu cunoaște nici o metodă) percepute ca o structură, când o studiază profund, restructurându-i datele și analizând-i legăturile și constrângerile, când imaginează variante de rezolvare, când o găsește pe cea optimă, o aplică și găsește soluții (care reprezintă o nouă cunoștință, o corelație, o condiționare, o regulă, o legitate, o metodă de lucru, un procedeu, o tehnică etc.) prin actul de descoperire [7].

Învățarea bazată pe probleme reprezintă acea modalitate de participare activă și interactivă a elevilor în procesul didactic, care constă în plasarea acestora în situații de învățare în care ei trebuie să rezolve o problemă contextualizată insuficient structurată, care reflectă aspecte, decupaje din lumea reală, prin experiențe nemijlocite, realizate prin efort propriu. Ea dezvoltă simultan atât strategiile de rezolvare a problemelor, cât și implică achiziții proprii diferitelor discipline de studiu. Învățarea bazată pe probleme aduce elevii în situația de a identifica o problemă, de a defini problema cu exactitate, de a identifica informațiile de care este nevoie pentru a înțelege problema și resursele de care este nevoie pentru a colecta informația necesara, de a genera posibile soluții la problemă, de a prezenta soluțiile [8].

Învățarea bazată pe sarcini de lucru presupune explorarea și inițierea unor acțiuni în situații specifice vieții reale, care devin drept cadre de învăţare. Acest tip de învățare îmbină următoarele elemente specifice: elevii se confruntă cu o sarcină care trebuie rezolvată (prezentată de profesor sau de un manual); elevii îşi planifică acţiunile şi pun în aplicare planul de acţiune; elevii reflectează asupra procesului lor de învăţare şi îşi prezintă rezultatele [1].

Fazele învățării bazate pe sarcini de lucru sunt:

1. Simularea realității în clasă (jocuri de rol; jocuri de luare a deciziei; conferințe etc.);
2. Explorarea unor acțiuni în situații specifice vieții reale (intervievarea unui specialist; interviuri pe stradă; studii de caz etc.);
3. Rezultatul activității (prezentare; afiș; fluturaș; poster; buletin informativ; expoziție; portofoliu etc [2].

Prezenta lucrare aduce un argument în plus în favoarea deschiderii cadrelor didactice spre această formă de organizare a activității matematice. De rând cu jocul didactic matematic monodisciplinar, activitățile matematice interdisiciplinare, fie că se desfășoară sub formă de

jocuri didactice, în care se folosesc metode moderne active, fie sub formă de experimente, memorizări, cântece, ghicitori, fie că se desfășoară cu întreaga clasă, pe grupe sau individual și indiferent de momentul zilei, contribuie cu certitudine la implicarea activă a școlarilor în procesul însușirii noțiunilor matematice, dar și la dezvoltarea globală a personalității lor pentru integrarea în etapa următoare de şcolaritate.

Proiectarea şi implementarea activităţilor de tip interdisciplinar duce la creşterea eficienţei activităţii didactice şi a gradului de implicare a tuturor elevilor în actul propriei învăţări, iar acest lucru se datorează în mare parte atât capacităţilor intelectuale ale elevilor, cât şi însuşirii corecte a metodelor diverse de predare a conținuturilor [5].

Activitățile interdisciplinare trebuie să ofere copiilor bucuria și fascinația unor experiențe surprinzătoare și motivante. Pedagogii au, astfel, cel mai favorabil cadru de manifestare a creativității pentru a învăța elevii să știe a învăța, a face, a convieţui cu ceilalţi, a fi fericiţi. În cele mai multe situații, activitățile transdisciplinare se desfășoară în grupuri mari sau mici, cultivând cooperarea și nu competiția. Strategiile didactice trebuie să asigure participarea activă a elevilor, fundamentată pe principiul învățării prin acțiune, cu finalitate reală, să valorifice tipul dominant de inteligență al fiecărui copil, experiența de viață a fiecăruia. În demersul unitar al fiecărei zilele de activități transdisciplinare se pune accentul pe abordări flexibile care încurajează interacțiunea pozitivă, motivarea și implicarea elevilor în procesul propriei formări, valorificând în mod judicios elemente ale diferitor tipuri de învățare.

Bibliografie

1. CERGHIT, I. *Metode de învăţământ.* Iaşi: Editura Polirom, 2006.
2. CIOLAN, L. *Învăţarea integrată. Fundamente pentru un curriculum transdisciplinar*. Iaşi: Ed. Polirom, 2008, 280 p.
3. CRISTEA, S. *Dicţionar enciclopedic de pedagogie*. Volumul I (A-C). Bucureşti: Didactica Publishing House, 2015. 831 p. 39.
4. *Curriculum național: Învățământul primar*. Chișinău: Ministerul Educației, Culturii și Cercetării, 2018. 212 p.
5. *Ghid de implementare a curriculumului modernizat pentru treapta primară de învățământ*. Chișinău: Ministerul Educației, Culturii și Cercetării, 2018.
6. LUPU, I. *Metodica predării matematicii*. Chișinău: Liceum, 1996, 308p.
7. NEAGU, M.; MOCANU, M. *Metodica predării matematicii în ciclul primar*. Iași: Polirom, 2007, 208p.
8. NEACȘU, I. *Metode și tehnici de învățare eficientă*. București: 1990. 371 p.
9. URSU, L.; CÎRLAN, L. *Strategii interactive în învățământul matematic primar*. Chișinău, 2016.
10. URSU, L.; RUSULEAC, T. *Formarea diferențiată a competențelor de rezolvare a problemelor la elevii claselor primare*. Chișinău: Garomond, 2017.

CZU: 371.322.5[51+54]

MATEMATICA ȘI CHIMIA ÎN CULORILE TOAMNEI

Natalia POPA, profesor de matematică și informatică
Aurelia DELIBALTOV, profesor de chimie și biologie
Instituția Publică Gimnaziul "Mihai Eminescu" or. Cantemir

Rezumat. Procesul dezvoltării tinerei generaţii nu poate fi redus numai la activitatea instructiv-educativă care se desfăşoară în cadrul lecţiilor. În acest scop se folosesc şi alte forme de activitate, cum ar fi: activităţile extracurriculare, care stimulează valori, aptitudini şi dezvoltă vocaţia, talentul, încurajând competiţia, asumarea de responsabilităţi, comunicarea, abordările bazate pe cunoștințe, iniţiativă și imaginaţie. O prioritate a mileniului al III-lea este formarea competenței de cunoaștere științifică în context inter/transdisciplinar.

Abstract. The development process of the young generation cannot be reduced only to the instructive-educational activity that takes place during the lessons. For this purpose, other forms of activity are used, such as: extracurricular activities, which stimulate values, skills and develop vocation, talent, encouraging competition, taking responsibility, communication, knowledge-based approaches, initiative and imagination. A priority of the third millennium is the formation of the competence of scientific knowledge in an inter / transdisciplinary context.

Cuvinte cheie: activitate extracurriculară, competitive, cunoştințe, discipline.
Keywords: extracurricular activity, competitive, knowledge, disciplines.

Interdisciplinaritatea promovează o viziune asupra cunoașterii și o abordare a curriculumului care aplică în mod conștient metodologia și limbajul din mai multe discipline, pentru a examina o temă centrală, o problemă [1].

Transdisciplinaritatea reprezintă gradul cel mai elevat și mai complex de integrare a curriculumului, mergând deseori până la fuziune, care duce la apariția unor noi câmpuri de investigație, la proiecte integrate sau programe de cercetare ce valorizează o nouă paradigmă [2].

Avantaje:

- Colaborare directă și lucrul în echipă între specialiștii mai multor discipline.
- Dezvoltă spiritul de echipă și competiție, stimulează relațiile dintre elevi/cadre didactice, stabilește un contact pozitiv.
- Manifestarea disponibilității de învățare continuă în diverse situații.
- Schimb de experiență între cadrele didactice și diseminarea activității în rândul elevilor (clase primare, educație plastică, educație tehnologică).
- Utilizarea unui limbajul specific disciplinelor de studiu în diverse situații de comunicare, manifestând corectitudine și deschidere.
- Aplicarea algoritmul de rezolvare a situațiilor-probleme utilizând cunoștințele dobândite în cadrul disciplinelor: matematică și chimie.

În acest scop am organizat și desfășurat cu elevii și cadrele didactice din instituție, activități integrate a mai multor discipline de studiu. Mai jos vă prezentăm scenariul unei activități extracurriculare.

Denumirea activității: Master-Class,, Matematica și chimia în culorile toamnei”.
Instituția: Instituția Publică Gimnaziul „Mihai Eminescu” or. Cantemir
Disciplinele: Matematica și chimia
Participanți: cadre didactice
Locul desfășurării: cabinetul de chimie.
Referințe bibliografice:

1. MECC, ,,Curriculum pentru învățământul gimnazial (clasele V-IX)”, Chișinău 2019.
2. Tatar A. „Abordarea inter- şi transdisciplinară în aria curriculară matematică şi ştiinţe”, . Analele Universității „Constantin Brâncuși” din Târgu Jiu, revista „Litere și Științe Sociale”, 2018.
3. Callo T., Ghicov A.,, Elemente transdisciplinare în predare”, Ştiinţa, Chişinău, 2007.

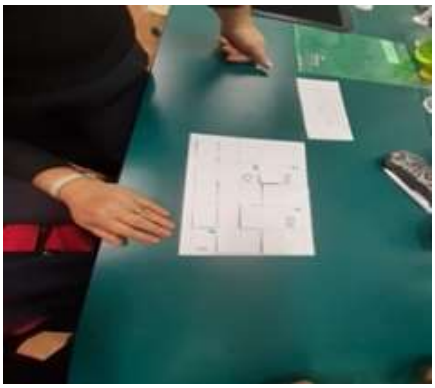
Master Classul a fost organizat în format de tip: competiție cu 4 probe. Cadrele didactice participante au fost repartizate în 3 echipe. Fiecare echipă a primit fișele de lucru, ustensilele și reactivii necesari fiecărei probe.

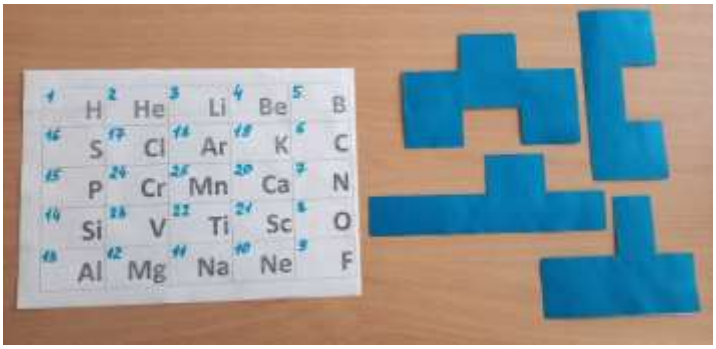
Proba 1. Fulger

1. Care este temperatura de fierbere a apei?(1000)
2. Cu ce este egal orice număr ridicat la puterea zero?(1)
3. Ce face fierul în prezența apei și a oxigenului? (rugineşte)
4. Cu ce este egal 2+2*2?(6)
5. Substanță albă, cristalină, bine solubilă în apă, ce se utilizează la prepararea dulciurilor? (zahăr)
6. Ce figură geometrică nu ar trebui să fie în următoarea listă: dreptunghi,triunghi,cub,pătrat.(cub)
7. Trecerea unei substanțe din stare de agregare solidă în lichidă se numește...(topire)
8. Unitatea de măsură în SI a capacității. (litru)
9. Gazul ce se conține în 78% în atmosferă. (azot)
10. Care sunt submultiplii metrului? (mm,cm,dm)
11. Gaz ce întreține arderea? (oxigen)
12. Cu cât este egală rădăcina pătrată din 144? (12)
13. Metal care se găsește în formă de săruri în oase și dinți? (calciu)
14. Cu cât este egal 3 la pătrat? (9)
15. În formă activă se găsește sub formă de pastile și se utilizează în caz de intoxicație. (cărbune)
16. Numerele naturale divizibile cu 2 sînt ....(pare)
17. Substanță ce se utilizează în medicină în caz de pierdere a cunoștinței. (amoniac)
18. Ridicarea la putere este o..... repetată. (înmulțire)

Proba 2. Tetris chimico-matematic

Cadrele didactice au avut sarcina de a așeza pe un patrat cu simboluri chimice, patru secțiuni în așa fel încât suma numerelor atomice ale elementelor care vor rămâne descoperite să fie egal cu masa rotunjită a elementului potasiu (Ar(K)=39).





Proba 3. Proba practică (2 etape)

Etapa 1. Având la dispoziție 5 min și 3 ingrediente (1 pahar de amidon; 2 pahare de gel de duş; 2-3 picături de colorant alimentar, la alegere) cadrele didactice au îndeplinit următoarele sarcini:

1. Prepară vopseaua din ingredientele de pe masă conform algoritmului.
2. Cu vopseaua obținută colorează frunzele decupate din hârtie.
3. Dacă volumul paharului este 100 ml, iar densitatea amidonului este egală 1,5 g/cm3 și densitatea gelului de duș este egală 1,0 g/cm3, masa colorantului folosit este de 0,5g, calculează:
   a) Masa amidonului folosit: m (amidon)=_____
   b) Masa gelului de duș folosit: m (gel de duș) = _____
   c) Masa vopselei obținute (în grame): m(vopsea)=_____
   d) Transformă timpul propus în text în secunde.....= .....sec.

Etapa 2. Având la dispoziție 5 minute şi 6 ingrediente(2 pahare de făină; 1 pahar de sare de bucătărie; 2 linguri de sare de lămâie, 2 linguri de ulei, 2 pahare de apă fierbinte, 2-3 picături de colorant alimentar, la alegere) cadrele didactice au îndeplinit următoarele sarcini:

1. Prepară plastilina din ingredientele de pe masă
2. Cu plastilina obținută modelează 3 forme geometrice:
   a) un cub cu latura egală cu 6cm;
   b) o piramidă triunghiulară;
   c) o bilă sferică.
3. Determinați aria cubului.
4. Determinați volumul bilei. Într-un cilindru de 250 ml, se toarnă 100 ml de apă. Se notează volumul inițial Vi, se introduce bila în cilindrul cu apă. Se notează volumul final Vf. Se calculează Volumul bilei (în cm3) ca diferența dintre Vf-Vi.

Proba 4. Unde-i logica?

La ecran a fost prezentat un joc interactiv din 9 întrebări, fiecărei echipe revenindu-i câte 3. Asociind imaginile de pe slaid descoperă cuvântul cheie(om de știință, un număr, un obiect, ustensilă de laborator, subsanță, instrumente și figuri geometrice).

Bibliografie

1. JACOBS, H. H. Interdisciplinary Curriculum: Design and Implementation. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development, 1989.
2. https://qdoc.tips/transdisciplinaritatea-pdf-free.html

CZU: 371.314.6:001.2+371.21

EDUCAȚIE PRIN PROIECTE: „AMBALAJ” NOU LA „PRODUSE” VECHI

Angela RUBAN, director adjunct, profesoară de matematică
Nadejda BIEZHENARU, profesoară de matematică
IP Liceul Teoretic „Traian”, Chișinău

Rezumat. Implementarea unei abordări interdisciplinare în procesul educațional poate fi realizată în mare măsură prin intermediul proiectelor educaționale. Ele dezvoltă capacitatea de a transfera cunoștințele și abilitățile dintr-un domeniu în altul. Experiența profesorilor, acumulată de-a lungul anilor, cu privire la elaborarea de către elevi a diverselor proiecte educaționale, va facilita organizarea și realizarea proiectelor de tip STEM/ STEAM (cerință stipulată în curriculumul școlar la matematică, ediția 2019).

Abstract. The implementation of an interdisciplinary approach in the educational process can be reached largely with the help of the educational projects.They develop the ability of transferring the knowledge and skills from one domain to another. Teacher's experience concerning the elaboration of all the projects by students,which has been gained in time,is going to facilitate the organisation and accomplishment of the educational projects called STEM/STEAM(this requirement can be found in curriculum from 2019)

Cuvinte cheie: proiect, educație, interdisciplinaritate, elev, profesor
Keywords: Project,education,interdisciplinarity,student,teacher.

Deși nu a folosit cuvântul „proiect” în lucrările sale, John Dewey (1859 – 1952) este considerat autorul lor.

Tehnologiile de învățare bazate pe proiecte s-au dezvoltat activ în SUA, Marea Britanie, Belgia, Israel, Finlanda, Germania, Olanda ș.a.

Metoda proiectului este o combinație: a cunoștințelor teoretice, a aplicării acestor cunoștințe la rezolvarea unor probleme din realitatea înconjurătoare, a colaborării dintre elevi, profesori și, în unele cazuri, a altor actanți educaționali.

Capacitatea de a transfera cunoștințele și abilitățile dobândite într-un domeniu în orice altă zonă a activității umane întotdeauna a fost de înaltă valoare. Doar că schimbările din ultimii ani impun tot mai stringent dezvoltarea acestei capacități.

De mai mult de zece ani, în IPLT „Traian”, profesorii de matematică, fizică, informatică au inițiat concursul „Tinere talente” în cadrul căruia elevii prezintă proiectele educaționale elaborate. Acest concurs are loc în cadrul săptămânii matematicii, care se desfășoară în luna martie (săptămâna în care cade ziua internațională a numărului π).

Fiecare elev are posibilitate de a participa la acest concurs, dar cu părere de rău ajung să participe doar cei care la începutul anului de studii își aleg o tematică pe plac, stabilesc corect obiectivele, etapele de lucru le eșalonează în timp, decid cu care colegi, profesori vor colabora și în ce mod vor prezenta produsul final, adică proiectul.

De la an la an nu numai numărul de concursanți e în creștere, dar și tematica proiectelor e mai variată și la prezentarea proiectului sunt utilizate mai multe opțiuni ale unor instrumente web, deci se vede influența schimbărilor din ultimii ani.

Iată câteva titluri de proiecte realizate de elevii noștri: „Calculul matematic în gestionarea afacerilor”, „Sofisme în matematică”, „Impulsul și legea conservării impulsului”, „Matematică în artă și muzică”, „O lume fascinantă de proporții” etc.

Mulți dintre învingătorii acestui concurs au participat cu aceste proiecte la Conferința științifico-practică municipală „Muncă. Talent. Cutezanță”, obținând locuri premiante.

Tabelul1. Performanțele școlare la Conferinţa municipală „Muncă. Talent. Cutezanţă”

Anul școlar	Locuri premiante			
	I	II	III	Mențiune
2007-2008				1
2008-2009				1
2009-2010				1
2010-2011			1	
2011-2012		1		1
2013-2014	1			3
2014-2015			1	
2015-2016			1	1
2016-2017		3		
2017-2018			1	
2018-2019			1	

Un alt gen de proiect elevii prezintă în cadrul concursului Minifirmelor Școlare, organizat de către profesorii de matematică, care predau și discipline economice din contul orelor opționale.

Tabelul 2. Lista Minifirmelor școlare, care au activat în liceu în anul de studii 2019-2020

	Denumirea Minifirmei școlare	Produsul/serviciul oferit
1.	„DANE-Studio”	Broșe, accesorii confecționate manual
2.	„Ecoplass”	Genți din stofă pentru cumpărături
3.	„ Magic – Salt”	Sare de mare în cutiuțe reutilizabile
4.	„ Minipanda”	Pernuțe pentru ace
5.	„Wazoon”	Ghiveciuri din ciment
6.	„Tryans Garden”	Loc amenajat original pentru odihnă în curtea școlii
7.	„Mâini de aur”	Suport pentru rechizite
8.	„L(earn)”	Activități de ergoterapie

Cunoștințele și abilitățile obținute la elaborarea/prezentarea proiectului unei Minifirme școlare le-a ajutat unor discipoli să obțină performanțe în continuare la evenimentele economice „Inovation Camp”, organizate de către Junior Achevement Moldova (O elevă din cl.a XI-a a obținut Premiul special din partea companiei Coca- Cola,19-20.10.2019; alt elev din cl.a X-a a obținut locul II, 16-17.11.2019).

Activitățile educaționale în jurul elaborării/prezentării/realizării unui proiect educațional permit elevului să manifeste independență în alegere, planificare, organizare. Studierea vizavi de tematica proiectului dezvoltă abilitățile de colectare, sistematizare, clasificare, analiză a informațiilor, capacitatea de a prezenta informații într-o formă accesibilă, estetică, capacitatea de a justifica ideile expuse. Inevitabilă este și dezvoltarea abilităților de comunicare în procesul de lucru asupra proiectului. Pentru o prezentare mai

bună a lucrării elevii studiază mai amănunțit programele cât de cât cunoscute (Power Point) și însușesc și programe noi, învață și cum să utilizeze diverse echipamente (boxă, scaner, microfon etc.). Crește stima de sine și încrederea în forțele proprii a acelor copii care, dintr-un motiv sau altul, s-au considerat fără succes. Relația cu profesorul trece în ipostaza de cooperare/colaborare. Profesorul devine consultant, coordonator, expert etc.

În centrul oricărui proiect trebuie să se afle o problemă legată de interesele copiilor. Nu este întotdeauna posibil să se formuleze problema luând în considerație experiența de viață existentă a copiilor și preferințele acestora. Aceasta înseamnă că profesorul trebuie să fie și un generator de idei. Curriculumul școlar la matematică, ediția 2019, vine cu o mulțime de tematici de proiecte, eșalonate pe clase, module. În ghidul de implementare a curriculei sunt multe exemple de proiecte de tipul STEM și STEAM.

Profesorilor, care pe parcursul a mai multor ani, au realizat împreună cu elevii diverse proiecte educaționale, le va fi mai ușor să realizeze ceea ce este stipulat la acest capitol în Reperele metodologice privind organizarea procesului educațional la disciplina matematică în anul de studii 2021-2022.

[.....O atenție deosebită se va acorda aplicabilității matematicii în rezolvarea diverselor probleme, inclusiv, a problemelor din cotidian, a problemelor integrative. Se vor organiza activități practice, inclusiv pe teren, proiecte, inclusiv și de tipul STEM/ STEAM și lucrări de laborator în cadrul procesului educațional la matematică în gimnaziu și liceu.....

Important! Proiecte STEM/ STEAM elevii vor realiza cel mult câte unul pe semestru. Profesorul de matematică, de comun acord cu ceilalți profesori implicați în proces, va selecta proiectele respective din lista celor propuse în Curriculum sau va propune proiecte STEM/STEAM de alternativă.....

Important! Elevul clasei a V-a va obține 3 - 4 note în semestrul I:

două note la evaluările sumative, 1 notă la un proiect realizat (De exemplu, „Mulțimi în jurul meu”) și 1 notă la un produs evaluativ.....] [4].

Schimbările din ultimele decenii ne fac să fim mai flexibili. Profesorul modern, cu o normă didactică mai mare de 22 ore, este responsabil de formarea generației noi, în contextul cerințelor actuale, pentru un viitor imprevizibil.

Bibliografie

1. https://mecc.gov.md/ro/content/invatamint-general
2. https://vestnik.astu.org/temp/1564e7c149eeb06583781cfb266e9611.pdf
3. https://kopilkaurokov.ru/matematika/meropriyatia/proektnyi_metod_na_urokakh_matematiki
4. Repere metodologice privind organizarea procesului educațional la disciplina matematică în anul de studii 2021-2022.
5. RADU, I.T. Evaluarea în procesul didactic. EDP, București, 2000.
6. ARDELEAN, A.; MÂNDRUȚ, O. *Didactica formării competențelor*. Arad: UP, 2012.

CZU: 371.314.6+371.279.7

PROIECTUL - METODĂ DE INSTRUIRE ȘI EVALUARE PENTRU FORMAREA COMPETENȚEI ANTREPRENORIALE

Aliona ȘAPTEFRAȚI, grad didactic I, profesor
I.P. Centru de Excelență în Economie și Finanțe

Rezumat. În acest material autorul prezintă procesul de formare a competenței antreprenoriale, ce poate fi eficient şi creativ, dacă strategia didactică este bazată pe proiect, ce contribuie la realizarea unui produs final. Autorul explică activitățile în care elevul este subiectul autentic al instruirii, ce vor fi permanent motivate profesional. În acest material autorul elucidează esența metoda proiect, ce corelează conţinuturile învăţării disciplinei cu vârsta elevilor şi cu particularitățile de interes și psihologice individuale. Învăţarea bazată pe proiecte presupune selectarea de informaţii, prelucrarea şi sintetizarea acestora, formularea de întrebări care să călăuzească investigaţia și interacţiunea în cadrul grupului, comunicarea rezultatelor, corelarea lor, realizarea unui produs final.

Abstract. In this content the author presents the formation process of the entrepreneurrial competence. If the didactic strategy is based on a project, not only this process is both eficient and creative, but it also contributes to its final oroduct. The author explains the activities that are permanently professionally motivated and in which the pupil is the authentic subject of the instruction. The author emphasizes the essence of the project as a method and the correlation between the contents of the school subject and the pupils age, as well as their interests and individual psychological particulars. Learning based on projects implies the selection, processing and synthesizing of information, asking questions to conduct with the investigation, the interaction within the group, the results announcement, their correlation and the final product execution.

Cuvinte cheie: proiect, produs, criterii de evaluare, fişa de monitorizare a proiectului, activităţi.
Keywords: project, product, evaluation criteria, project monitoring sheet, activities.

Introducere

În „pedagogia proiectivă modernă” proiectul este o metodă interactivă de instruire și evaluare, care este o micro-cercetare a unui subiect care prezintă interes pentru elevi. Metoda proiect este fundamentată pe principiul învăţării prin acţiune practică, cu finalitate reală ceea ce îi conferă şi motivaţia necesară elevului.

Proiectul este rezultatul acumulărilor din orele de pregătire teoretică și practică, dar și al studiului individual. Proiectul are un rol extrem de mare în dezvoltarea intelectuală, iar elevii trebuie să fie instruiţi să lucreze mai mult în faza proiectivă decât în faza acţională.

Astfel, proiectul devine concomitent şi acţiune de cercetare şi acţiune practică, subordonată îndeplinirii unor sarcini concrete de instrucţie şi educaţie. Elevii se deprind astfel, să înveţe şi din cercetare şi din activitatea practică, să-şi însuşească atât procesualitatea ştiinţei, cât şi conţinutul acesteia, raportându-se direct la activitatea practică.Această metodă oferă un set de oportunităţi, ele sunt prezentate în figura 1.

Din cele menţionate, oferim câteva norme ce trebuie respectate într-o astfel de activitate, care sunt prezentate în figura 2.

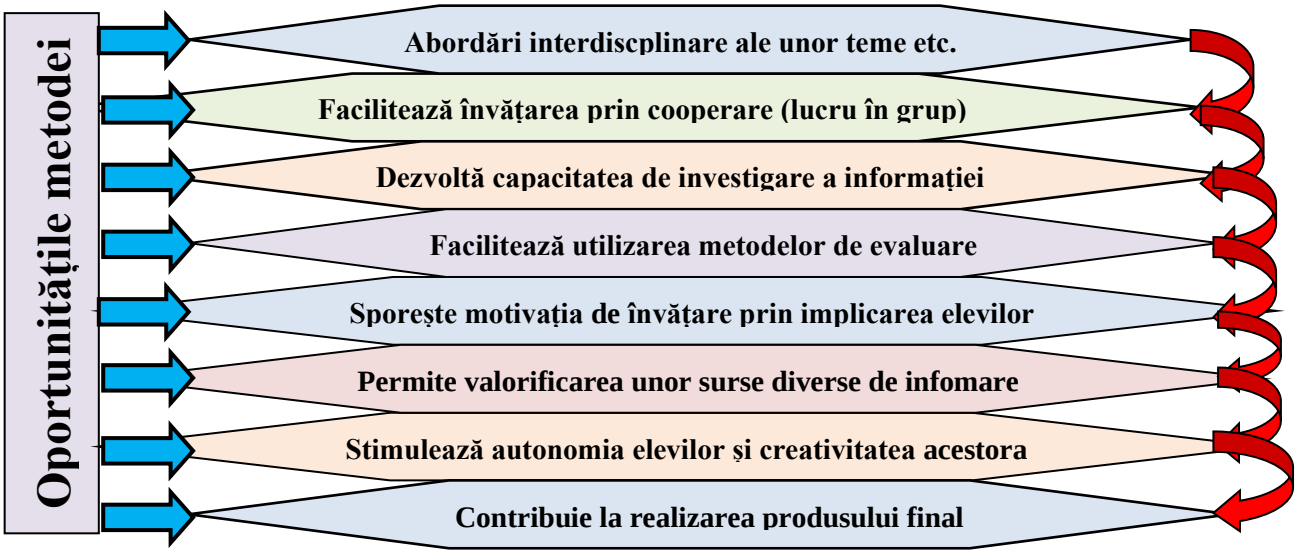


Figura 1. Set de oportunități metoda proiect

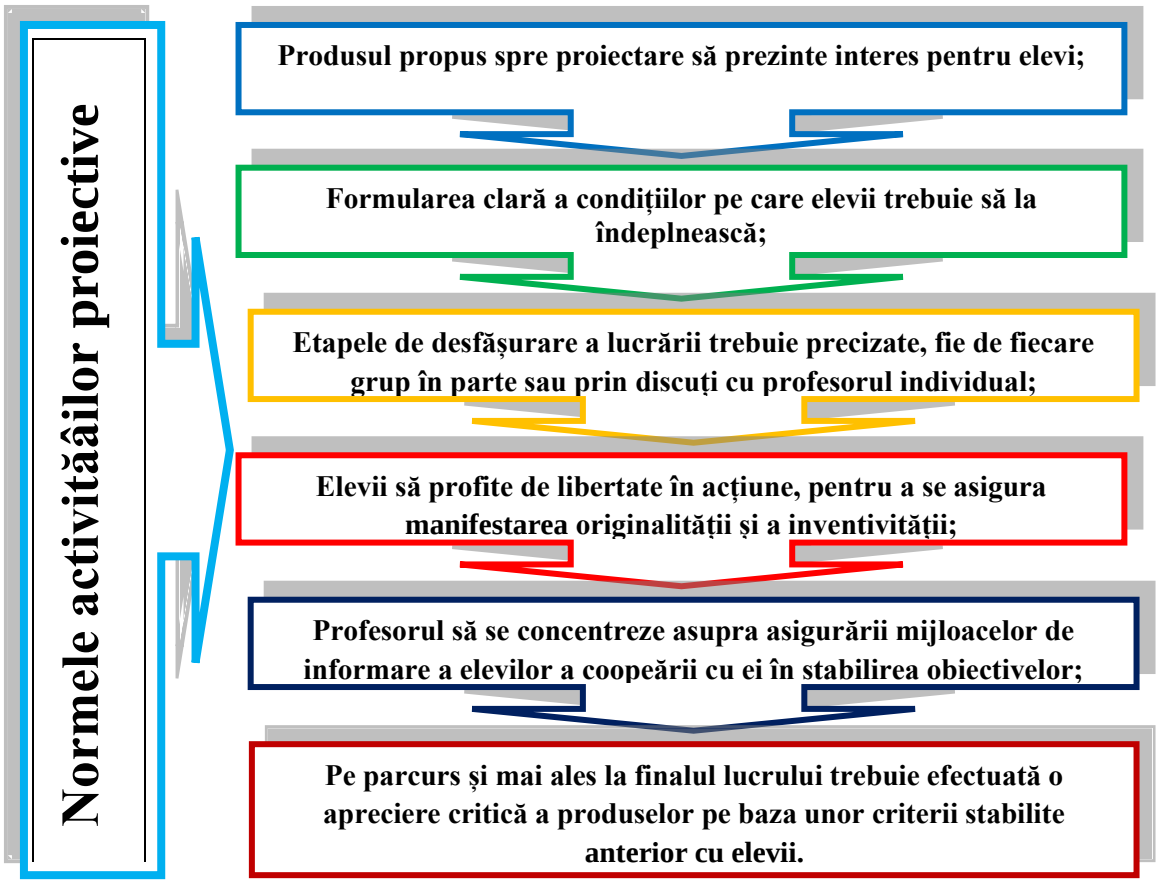


Figura 2. Normele de activitate a proiectului

Elevii sunt puşi în situaţia de a anticipa un rezultat, căile de a ajunge la el, materialele şi mijloacele ce se vor utiliza. Rezultatul anticipat este o reprezentare clară a produselor care se elaborează conform criteriilor de evaluare a produselor. De la o astfel de clarificare rezultă şi celelalte activităţi şi anume elaborarea etapelor prin care trece proiectul. Etape pentru realizarea proiectului (adaptat după C. Ulrich, Managementul clasei: învăţare prin cooperare, F.S.D., Bucureşti, 1999) sunt prezentate în figura 3.

Figura 3. etapele pentru realizarea unui proiect

Metode şi materiale aplicate

Proiectarea se bazează pe un program complet de lucru, în care sunt cuprinse toate activităţile necesare proiectului. Elevii sunt sprijiniţi să realizeze activităţile propuse, solicitând sprijinul profesorului – coordonator. O modalitate eficientă de planificare a activităţilor cuprinse în proiect este prezentată în tabelul 1.

Tabelul 1. activităţile proiectului

Obiectivul etapei	Acţiunea derivată din obiectiv	Metoda de lucru	Cine	Timp
Identificarea căilor posibile de rezolvare a problemei.	documentare pe tema dată.	-accesare internet; - observare; - cercetare bibliografică.	individual.	1 săpt.

Selectarea soluţiei de abordat în cadrul proiectului.	analiza soluţiilor posibile şi argumentarea variantei optime.	- listarea căilor posibile; - dezbaterea pro-contra a soluţiilor găsite; - stabilirea soluţiei de abordat; - dezbaterea.	în colectiv, sub coordonarea profesorului.	
identificarea resurselor necesare.	stabilirea grupelor de lucru, a responsabilităţilor care le revin pe domenii conexe si a termenelor calendaristice.	elaborarea fişei responsabilităţi individuale în cadrul grupului.	pe grupe, sub coordonarea liderului şi a responsabil-ului de proiect.	
elaborarea proiectului.	efectuarea sarcinilor delimitate pentru fiecare grup: - activităţi practice; - tehnoredactare subproiecte.	- acţiuni concrete presupuse de sarcinile delimitate;	pe grupe;	2 săpt.
	asamblarea subproiectelor într-o formă unitară.	- acţiuni concrete presupuse de sarcinile delimitate.	liderul de grup şi responsabil-ul de proiect.	
verificarea şi evaluarea proiectului.	analiza proiectului rezultat şi validarea sa.	-autoevaluarea; -interevaluarea;	profesorul coordonator şi responsa-bilul de proiect;	1 săpt.
	susţinerea şi argumentarea proiectului.	- prezentarea pe grupe (turul galeriei).	Responsabilul de proiect lideri de grup.	
diseminarea rezultatelor.	Crearea platformei în cadrul proiectului. completarea fişei de înregistrare pe syte.	- esenţializarea; - sistematizarea; - tehnoredactarea.	responsabill de proiect lideri de grup.	
asigurarea feed-backului.	evaluarea activităţilor derulate recomandări pentru activităţile viitoare.	- liste de verificare; - concluzionarea; - prezentarea; -rezultatelor.	profesorul coordonator responsabilul de proiect.	1 săpt.

În cadrul activităţilor elevul învăţă să acţioneze după ce a gândit în prealabil şi să ajungă la concluzia că o activitate proiectată se desfăşoară mai rapid, iar greşelile pot fi evitate în mai mare măsură de la început, dacă efortul prealabil de gândire a fost mai mare şi mai îndelungat.

Evaluarea competenţelor antreprenoriale pentru realizarea unui proiect de către elevi sau un grup de elevi, se face pe baza unor criterii de evaluare referitoare la concepţia şi realizarea proiectului. Pentru ca evaluarea să vină în ajutorul elevului, se prezintă la începutul derulării proiectului fişa individuală de urmărire a competenţelor și fişa de monitorizare a proiectului, astfel încât elevul să înţeleagă mai bine ce anume se aşteaptă de la el, ce criterii de evaluare vor putea fi urmărite pentru elaborarea produselor din cadrul competiţiilor antreprenoriale. Elevul î-și autoevaluiază activitatea înaintea evaluării proiectului de către profesor – coordonator, utilizând fişa de monitorizare a proiectului. Pe parcursul desfăşurării fiecărei etape a proiectului, profesorul face o monitorizare şi

evaluiază progresul realizat şi în acelaşi timp va completa şi fişa individuală de urmărire a competenţelor pentru elaborarea unui produs.

Tabelul 2. Fişa de urmărire individuală a competenţelor antreprenoriale

Criterii de evaluare	Proiect
Criterii referitoare la concepţia proiectului: - elevul a ştiut să aleagă şi să numească produsul pe care îl va elabora; - elevul a identificat etapele elaborării produsului; - elevul a ştiut să precizeze ordinea logică a etapelor elaborării produsului; - elevul a identificat instrumentele, mijloacele şi softurile necesare; - elevul a analizat tehnicile pe care trebuie să le aplice în fiecare etapă.	
Criterii referitoare la elaborarea produsului - fiecare grup a ştiut să organizeze împărţirea sarcinilor; - fiecare grup respectă împărţirea sarcinilor; - fiecare grup a efectuat activitatea în timpul stabilit.	

OBSERVAŢIE: în dreptul fiecărui criteriu se va completa coeficientul de realizare.

Nu mi se pare potrivit să utilizăm note, litere sau scări de valori dar, ar fi foarte bine să marcăm printr-un semn grafic cazul în care elevul manifestă o competenţă de fiecare dată când aceasta îi este cerută şi prin alt semn grafic cazul în care elevul manifestă rareori acea competenţă.

Dacă se constată că performanţele unui elev sunt slabe la anumite competenţe, va trebui să remediem la următoarele activităţi, iar dacă se constată că performanţele majorităţii elevilor sunt slabe în acest domeniu, profesorul va trebui să-şi revizuiască strategiile didactice.

Tabelul 3. Fişa de monitorizare proiect

Nr. crt.	Enunţ	DA	NU	Observaţii, comentarii
1	S-au realizat ideile indicate			
2	S-au accesat toate căile de documentare indicate în plan			
3	S-au identificat soluţiile posibile			
4	S-a realizat analiza soluţiilor identificate prin evidenţierea avantajelor/dezavantajelor			
5	S-a argumentat corect varianta aleasă			
6	S-au identificat domeniile conexe implicate în derularea proiectului			
7	S-au selectat grupele de lucru pe subiecte			
8	S-a numit responsabilul de produs şi liderul de grup			
9	S-a alocat responsabilităţile în cadrul proiectului			
10	S-a realizat planificarea activităţilor pe grupe de lucru			
11	S-au respectat planurile stabilite			
12	S-au asamblat subproiectele în proiectul final			
13	S-a analizat şi validat proiectul final			
14	S-a realizat prezentarea şi argumentarea proiectului			
15	S-au primit sugestii şi recomandări pentru îmbunătăţirea activităţilor similare în viitor			

Rezultate obținute

Tabelul 4. rezultatele obținute în cadrul proiectului edu. Moodle.ro

Firma de exerciţiu	Locul	Competiția
„MAK-TEX” S.R.L.	II	Cel mai bun catalog
	III	Cel mai bun spot
	I	Cel mai bun plan de afaceri
	I	Cele mai bune materiale promoționale
	II	Cel mai bun site

Rezultatele la competiţii reprezintă şansa elevilor de a-şi demonstra competenţele în diverse domenii. Provocarea elevilor este nu numai de a întrece pe alţii elevi, ci şi de a se întrece pe sine, ei au posibilitatea de afirmare și punere în valoare a capacităţilor și a aptitudinilor antreprenoriale.

Elevii ştiu foarte bine că planul de afaceri va constitui baza activităţii ulterioare de planificare, organizare şi gestionare a afacerii proprii în calitate de viitor angajator sau angajat.

Totodată planul lor de afaceri va fi elaborat în practică prin simularea Firmei de exercițiu prin într-un mediu protejat, desigur sub supravegherea profesorului – coordonator, în care va lucra asupra tuturor aspectelor planificării şi lansării unei afaceri. Elevii se implică activ și în elaborarea materialelor promoționale, catalog și siteu deoarece ele sunt cele mai ieftine metode de promovare a unei afaceri în procesul de lansare. În afară de acesta, produsele elaborate de ei sunt evaluate de către o comisie de experţi. De aceea elevii se implică activ la competițiile proiectului, îşi asumă responsabilitatea pentru toate sarcinile generate de o asemenea provocare.

Concluzii

Aceste rezultate ale pregătirii practice oferite prin proiect elevilor, vizează creşterea ratei de succes a viitorilor absolvenţi pe piața muncii într-o societate în permanentă schimbare, fie în calitate de angajat, fie în calitate de angajator. O sursă de motivare importantă pentru elevi de a-și alege competiția pentru a elabora un produs final este înţelegerea nevoilor personale pentru orientarea în carieră la nivelul întregii sale vieţi. În acest scop vom continua colaborarea cu proiecte educaționale de renume. Elevii participanţi la competiții se declară mulţumiţi de activităţile proiective și aşteptările iniţiale fiind confirmate sau chiar depăşite.

Recomand pentru obţinerea rezultatelor aşteptate de la activitățile proiective următoarele:

- Practicarea unui stil de predare cu caracter aplicativ, atractiv și să pună accentul pe dimensiunea acțională, care să stimuleze formarea personalității elevului;
- Implicarea în procesul de învățare experți din afaceri reale, care să împărtășească experiențele lor elevilor și să ofere anumite modele de documente;

- Utilizarea unui sistem de recompense (laude, premii, excursii, etc) care să motiveze elevii în urma obţinerii unor rezultate şcolare şi comportamente deosebite.

Bibliografie

1. ALLPORT, G. W. *Structura şi dezvoltarea personalităţii*. Bucureşti: Editura Didactică şi Pedagogică, 1981.
2. TURCU, F.; TURCU, A. *Dicţonar explicativ de psihologie şcolară*. Bucureşti: Editura Eficient, 2000.
3. DINCĂ, M. *Metode de cercetare în psihologie*. Bucureşti: Ed. Universităţii Titu Maiorescu, 2003.
4. DOBRE, M.; MĂJINESCU, I.M. *Auxiliar curricular pentru ciclul superior al liceului*. Bucureşti: Editura Polirom, 2006.
5. DUMITRESCU, L.; SARIVAN, L.; STOICESCU, D. *Predarea – învăţarea interactivă centrată pe elev.* Bucureşti: Editura Polirom, 2009.
6. CALLO, T.; PANIȘ A.; ANDRIȚCHI, V.; AFANAS, A.; VRABII, V. *Educația centrată pe elev. Ghid metodologic*. Chișinău, 2010.
7. NARCISA, E.F. *Ghid de întocmire și susținere a proiectului*. Iași: Editura ALL EDUCAȚIONAL, 2014.

CZU: 37.016 :511.178

VALORIFICAREA CONTEXTELOR DE COMBINATORICĂ ÎN ABORDAREA STEAM

Marcel TELEUCA, dr., conf. univ.
Larisa SALI, dr., conf. univ.
Universitatea de Stat din Tiraspol, Republica Moldova

Rezumat. Articolul vizează aspecte ale utilizării diferitor strategii de rezolvare a problemelor de combinatorică care presupun organizarea învăţării integrate, fundamentate interdisciplinar şi transdisciplinar. Realizarea de conexiuni cognitive la nivelul disciplinei Matematica, cel al ariei curriculare Matematica și Științe și inter-arii este actuală în abordarea STEM/STEAM. Subiectele vizate în problemele de combinatorică elementară pot servi canava pentru designul diferitor situații multifactoriale și flexibile, de învățare interactivă în cheia conceptului STEAM la toate treptele și nivelele de instruire. Abordarea teoretico-metodologică axată pe concepția rezultantei contribuie la asigurarea condiţiilor motivaţionale de implementare şi dezvoltare a curriculumului şcolar.

Summary. The article focuses on aspects of using different strategies to solve combinatorics problems that involve the organization of integrated learning, based on interdisciplinary and transdisciplinary. The realization of cognitive connections at the level of the Mathematics discipline, that of the Mathematics and Sciences and inter-areas curricular area is a current one in the STEM / STEAM approach. Topics in elementary combinatorics can serve as a framework for the design of different interactive, multifactorial and flexible learning situations, at the heart of the STEAM concept at all levels and levels of training. The theoretical-methodological approach focused on the conception of the resultant contributes to ensuring the motivational conditions for implementation and development of the school curriculum.

Cuvinte cheie: combinatorică, concepția rezultantei, elevi dotați, strategie didactică.
Keywords: combinatorics, conception of the result, gifted students, didactic strategy.

Introducere

Matematica furnizează ştiinţelor naturii modele de raționamente coerente și clare, având o poziţie excepţională între ştiinţe prin faptul că este o construcţie axiomatică consistentă, bazată pe o logică impecabilă. Tratarea riguros matematică a teoriilor din diverse domenii este indubitabil necesară şi se realizează ori de câte ori e posibil. Mai mult decât atât, matematica tinde să devină un mijloc de comunicare între oamenii de ştiinţă. Ca rezultat, dacă o anumită ramură a ştiinţei este prezentată în formă riguros matematică, eleganța și accesibilitatea ei sporesc. Problema dezvoltării capacității de a emite judecăți de valoare pentru rezolvarea problemelor în mod inventiv și euristic, de a face conexiuni cognitive la nivelul disciplinei, a ariei curriculare și inter-arii este una actuală în abordarea STEM/STEAM. Abordarea reflectă specificul activității intelectuale matematice la nivel de performanțe superioare, prin focalizarea atenției spre problemele de tip euristic creative și aplicative, în scopul formării unei imagini de ansamblu asupra științei ca sistem în permanentă evoluție și interacțiune cu mediul înconjurător.

Combinatorica este un compartiment al matematicii care vizează problemele de numărare atât ca mijloc cât și ca scop al studierii proprietăților unor structuri. Ea este o parte componentă a teoriei mulțimilor finite.

Combinatorica are aplicații în contexte largi, traversează o multitudine de capitole și se aplică în diverse domenii, precum logica, informatica, fizica, biologia, chimia etc.

Tipurile de probleme de combinatorică sunt variate, enunțurile referindu-se la stabilirea prin enumerare (numărare): a unor structuri specifice, ordonări, configurații; a existenței diferitor tipuri de structuri cu proprietăți predefinite; a construcției unor structuri specifice și identificarea versiunii optime a acestora.

1. Strategii didactice de soluționare a problemelor de combinatorică

Crearea contextelor și a strategiilor didactice pentru abordarea STEAM corelează cu *concepția rezultantei* (efectului îmbinat al unor cauze multiple), potrivit căreia dezvoltarea psihică generală, dar și dezvoltarea oricăror facultăți mintale particulare, inclusiv a celor matematice, este *rezultatul interacțiunii active multifactoriale flexibile permanente a individului și/sau grupului la acea sau altă vârstă a dezvoltării ontogenetice în cadrul activității, comunicării și comportamentului.* Această concepție este o continuare și o variantă desăvârșită a *concepției acțional-sistemice*, elaborată și demonstrată în contextul studiului teoretico-experimental al genezei negării și afirmării la copii, preadolescenți, adolescenți și adulți [4, 13].

Subiectele vizate în problemele de combinatorică elementară pot servi canava pentru designul diferitor situații multifactoriale și flexibile, de învățare interactivă în cheia conceptului STEAM. Elementele de combinatorică apar încă la formarea reprezentărilor matematice elementare în educația timpurie. Examinarea elementelor de combinatorică în cheia conceptului STEAM va presupune dezvăluirea a diverse scheme și „îmbrăcarea” lor în contexte care asigură respectarea principiilor variabilității matematice și cel al variabilității perceptuale.

Care ar fi schemele utile? Rezolvarea problemelor de combinatorică se bazează pe câteva strategii interconectate cu domeniul algoritmilor.

În lucrarea [14, p.28] este menționat că soluționarea problemelor de combinatorică se poate face în câteva niveluri. Nivelul începător constă în găsirea a cel puțin unei distribuiri a obiectelor, care posedă proprietatea din enunț. Dacă problema are mai multe soluții, apare întrebarea privind determinarea numărului acestora. Adesea în problemele de combinatorică soluțiile diferă prin careva parametri. În acest caz apare întrebarea aflării soluției optime. Autorii se referă doar la problema determinării numărului de soluții în problemele de combinatorică, accentuând importanța înțelegerii deosebirii dintre noțiunea de mulțime și cortegiu (șir, mulțime ordonată) din n elemente.

Formulele aplicate în acest manual apar în următoarea succesiune: aranjamente cu repetiții; numărul de aplicații ale unei mulțimi de n elemente într-o mulțime de m elemente; regula generalizată a produsului; aranjamente fără repetiții; permutări; combinări fără repetiții; permutări cu repetiții; combinări cu repetiții; regula sumei; îmbinări sumă-produs.

O clasificare nestrictă a problemelor elementare de combinatorică, în opinia noastră, poate fi realizată ținând cont de formula utilizată la rezolvare (Figura 1.1).

Figura 1.1. Modalitate de clasificare a problemelor de combinatorică după formula utilizată

Cea mai generală strategie împrumutată din domeniul algoritmilor este considerată „împarte și cucerește”, care constă în divizarea unei probleme într-o serie de probleme mai mici, soluționarea acestor porțiuni și combinarea ulterioară a rezultatelor obținute într-o soluție pentru întreaga problemă [3]. Strategia reunește: regula sumei, regula produsului, regula sumei-produs, cernerea (ciuruirea), construirea grafului, recursivitatea, numărarea prin bijecții, numărarea în două moduri ș.a.

Schema din Figura 1.2 poate servi la soluționarea problemelor elementare de numărare prin metoda probelor.

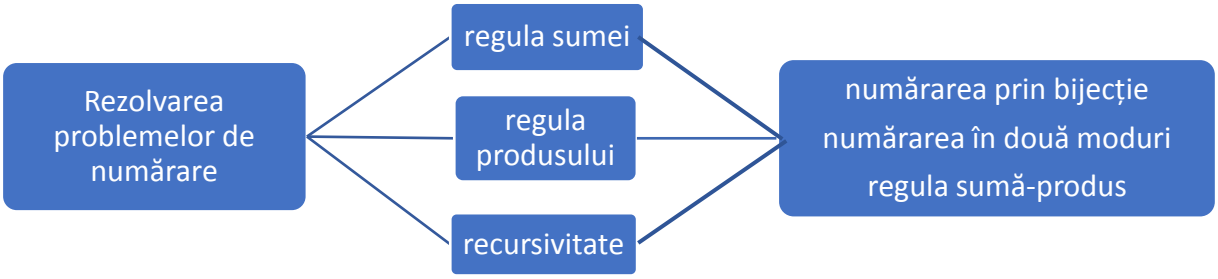


Figura 1.2. Reguli de rezolvare a problemelor de numărare

Enunțăm mai jos procedeele evidențiate în Figura 1.2 în diverse formulări.

Regula sumei:

1. Dacă o procedură se poate efectua în două feluri, pentru primul fel sunt n_1 variante, pentru al doilea fel sunt n_2 variante şi nici una din variantele de primul fel nu coincide cu vreo variantă de felul al doilea, atunci există n_1+n_2 variante de a efectua procedura [18].
2. Dacă obiectul *A* poate fi ales în *m* feluri, iar obiectul *B* poate fi ales în *n* feluri, atunci alegerea „sau a obiectului A, sau a obiectului B” poate fi realizată în *m*+*n* feluri.

Observație. Trebuie să urmărim ca nici unul dintre obiecte să nu nimerească în ambele clase din care se iau, respectiv, obiectele *A* și *B*. În cazul când aceste clase au *k* elemente comune, atunci alegerea „sau a obiectului *A* sau a obiectului *B*” poate fi realizată în *m*+*n*-*k* feluri [16].

Regula generalizată a sumei:

Presupunem că o procedură poate fi efectuată în *m* feluri, pentru felul i sunt n_i variante ($i = \overline{1,m}$), şi variantele efectuate în feluri diferite sunt diferite. Atunci există $n_1 + n_2 + n_3 + \cdots + n_m$ variante de a efectua procedura respectivă [18].

Regula produsului:

1. Dacă o procedură poate fi descompusă în o secvenţă de două proceduri astfel încât prima se poate efectua în n_1 feluri, iar a doua se poate efectua în n_2 feluri, atunci există $n_1 n_2$ feluri de a efectua acea procedură [18].
2. Dacă elementul x poate fi ales dintr-o mulțime din n_1 elemente, iar elementul y poate fi ales dintr-o mulțime din n_2 elemente, atunci există $n_1 n_2$ feluri de a forma perechea ordonată (x, y). [14]
3. Dacă obiectul *A* poate fi a ales în *m* feluri, iar obiectul *B* poate fi ales în *n* feluri, atunci alegerea perechii ordonate (*A*,*B*) poate fi realizată în *mn* feluri.

Regula generalizată a produsului:

1. Dacă o procedură poate fi descompusă în o secvenţă de *m* proceduri astfel încât prima se poate efectua în n_1 feluri, a doua se poate efectua în n_2 feluri, . . ., a *m*-a se poate efectua în n_m feluri, atunci există $n_1 n_2 \dots n_m$ feluri de a efectua acea procedură [18].
2. Dacă elementul x_1 poate fi ales dintr-o mulțime de n_1 elemente, iar elementul x_2 poate fi ales dintr-o mulțime de n_2 elemente, ... x_m poate fi ales dintr-o mulțime de n_m elemente, atunci există $n_1 n_2 \dots n_m$ feluri de a forma mulțimea ordonată (cortegiul) $(x_1, x_2, x_3, \dots, x_m)$ [14].

Artur Enghel are următoarea abordare [3, p. 111].

Fie dată mulțimea A și $|A|$ este numărul elementelor ei. Un șir de r elemente din A se numește un $r - cuvânt$ din alfabetul A. În combinatorica enumerativă se realizează numărarea cuvintelor ce au o anumită proprietate.

Regula sumei

Dacă $A = A_1 \cup A_2 \cup \dots \cup A_r$ este o partiție a lui A în r submulțimi (blocuri, părți), atunci $|A| = |A_1| + |A_2| + \cdots + |A_r|$. Aplicând această regulă la rezolvarea problemelor, se încearcă a împărți A în n părți A_i pentru care numărarea elementelor este mai simplă.

Regula produsului

Mulțimea W este formată din cuvinte de lungimea r din alfabetul A. Dacă există n_i posibilități de alegere pentru litera de pe locul *i*, independente de alegerile literelor anterioare, atunci $|W| = n_1 n_2 \dots n_r$.

Recursivitatea

O problemă este împărțită în mai multe părți care prezintă *copii mai mici ale problemei inițiale*, iar acestea din urmă sunt din nou împărțite în copii mai mici, ..., până când problema devine banală. La final, problemele parțiale sunt combinate pentru a genera soluția întregii probleme.

Regula sumă-produs constă în înmulțirea de-a lungul drumurilor și adunarea produselor obținute. Aici, obiectele ce trebuie numărate sunt văzute ca drumuri (orientate) într-un graf.

Aplicând creativ principiul „împarte și cucerește" sintetizăm noi metode: numărarea aceleiași mulțimi de elemente în două moduri diferite; numărarea prin bijecții **(**Dintre două mulțimi A și B cunoaștem $|B|$, dar $|A|$ nu este cunoscut. Dacă reușim să construim o bijecție $A \to B$, atunci $|A| = |B|$. Uneori, bijecția poate asocia grupuri de p elemente cu grupuri de q elemente).

2. Abordări didactice intra- și inter- arii curriculare la studierea elementelor de combinatorică

Abordarea STEAM se potrivește cu implementarea metodei proiectului care în secolul al XXI-lea este susținută la nivel conceptual, normativ şi metodologic.

O sinteză a acestei metode este realizată de S. Cristea [1, p. 57-60]. Metoda proiectului la nivel conceptual reprezintă o „strategie de instruire centrată pe acţiunea de învăţare/auto-învăţare a elevilor, realizată prin valorificarea cunoştinţelor şi abilităţilor, interiorizate deja sau dobândite pe parcurs, „lucrând mai mult timp – în context formal şi, mai ales, non-formal – pentru a explora şi a găsi un răspuns la o întrebare, o problemă sau o provocare complexă".

În plan normativ, "este metoda de instruire prin care profesorii îi ghidează pe elevi printr-un proces de rezolvare de probleme".

În plan metodologic, proiectul promovează acţiunea de învăţare „focalizată pe elev, inspirată de constructivism, ce constă în investigaţia aprofundată (individuală, în grupuri mici sau mari) a unei teme sau probleme, abordată pedagogic, ce captează interesul, energia şi timpul elevilor, în care se evaluează deopotrivă procesul şi produsele", susţinute cognitiv (în special prin valorificarea gândirii), non-cognitiv (prin afectivitate pozitivă şi motivaţie internă) şi „sociointeracţional" (prin perfecţionarea corelaţiei dintre profesor, elevi, comunitate şcolară, educaţională, locală etc.).

Metoda proiectului este analizată în cadrul teoriei generale a instruirii cu deschideri multiple spre didacticele particulare la nivel de: metodă didactică bazată pe acţiune; model de abordare a instruirii la nivel de „învăţare integrată" fundamentată interdisciplinar şi transdisciplinar.

Problemele de combinatorică se referă la analiza numerică a diverselor fenomene ale naturii, sociale, economice etc. Problema cuantificării fenomenelor este o problemă de bază a ştiinţelor. Analiza combinatorică poate fi utilizată pentru a stabili corelaţiile între fenomene. Din aceste contexte va fi formulată tematica unor proiecte în cheia abordării STEM/STEAM.

Problemele de matematică care vizează utilizarea elementelor de combinatorică oferă scheme, structuri pentru compunerea de probleme pentru toate treptele și disciplinele de studii. Testarea soluțiilor acestor probleme pe cazuri particulare, cu numere mici, se pretează la dezvoltarea operațiilor gândirii: inducție, deducție, generalizare, particularizare, individualizare. Problemele au drept subiect mulțimile și operațiile cu ele, relațiile de incluziune și egalitate între mulțimi, legi de compoziție pe mulțimi, structuri algebrice,

aplicații, funcții, transformări geometrice etc. [5, 6, 7, 8, 9, 12, 15]. Exemplele următoare sunt unele dintre cele mai elementare și poartă un caracter pur matematic.

Exemplul 1. Numărul de submulţimi ale unei mulţimi finite $M = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ este 2^n. Demonstrația acestui fapt poate fi realizată prin diverse metode, aplicând metodele și regulile specifice. Unele cazuri particulare vor fi rezolvate în continuare pe modele concrete.

Exemplul 2. Câte funcţii sunt de la o mulţime $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ cu m elemente la o mulţime $B = \{b_1, b_2, \dots, b_n\}$ cu n elemente?

Fie $f: \{a_1, a_2, \dots, a_m\} \to \{b_1, b_2, \dots, b_n\}$. Definirea unei astfel de funcţii poate fi descompusă în m etape independente: în etapa i se fixează valoarea lui $f(a_i)$. Etapa i are n posibilităţi, deoarece putem alege pentru $f(a_i)$ orice valoare din mulţimea $\{b_1, b_2, \dots, b_n\}$, atunci conform regulii produsului, numărul de funcţii este $\underbrace{n \cdot n \cdot \dots \cdot n}_{de\ m\ ori} = n^m$.

Exemplul 3. Câte funcţii injective sunt de la o mulţime $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ cu m elemente la o mulţime $B = \{b_1, b_2, \dots, b_n\}$ cu n elemente?

Fie $f: \{a_1, a_2, \dots, a_m\} \to \{b_1, b_2, \dots, b_n\}$. Observăm că este necesar ca $n \geq m$. Valoarea lui $f(a_1)$ poate fi aleasă în n moduri din mulțimea $B = \{b_1, b_2, \dots, b_n\}$. Valoarea lui $f(a_2)$ poate fi aleasă în $n - 1$ moduri din mulțimea $B \setminus \{f(a_1)\}$. Prin analogie fiecare valoare următoare $f(a_i)$ poate fi aleasă în $n - (i - 1)$ moduri din mulțimea $B \setminus \{f(a_1), f(a_2), \dots, f(a_{i-1})\}$. Atunci conform regulii produsului, numărul de funcţii injective este: $n(n-1)(n-2)\dots(n-m+1)$.

În continuare propunem câteva exemple de aplicare a elementelor de combinatorică în contexte ale științelor naturii, informatică, arte ș.a., care pot servi la formularea tematicii unor proiecte în cazul abordării instruirii la nivel de „învăţare integrată” fundamentată interdisciplinar şi transdisciplinar.

Științe ale naturii

Exemplul 4. Un fermier trebuie să aleagă pentru terenul său câte un soi din 3 liste de soiuri de plante. Prima listă conţine 9 tipuri de plante medicinale, a doua – 8 tipuri de plante melifere, iar a treia 12 tipuri de plante ornamentale. Nici o plantă nu este prezentă în două liste diferite. Câte alegeri sunt posibile?

Tipul de plante poate fi ales independent din una din cele 3 liste. Deoarece nici o denumire de plantă nu apare în mai multe liste, putem aplica regula sumei ⇒ 9 + 8 + 12 = 29 posibilităţi.

Exemplul 5. Într-un regat toți oamenii se deosebesc prin setul de dinți pe care îl posedă. Să determinăm care este numărul maxim de cetățeni care pot locui în acest regat.

Numărul maximal posibil de dinți la o persoană adultă poate fi 32. Vom nota cu 0 poziția, dacă dintele lipsește și cu 1 – dacă dintele este prezent pe această poziție. Conform regulii produsului, există $\underbrace{2 \cdot 2 \cdot \dots \cdot 2}_{de\ 32\ ori} = 2^{32}$ astfel de poziționări.

Exemplul 6. Un fermier trebuie să planteze pe terenul său 3 tipuri de plante medicinale (câte un rând de fiecare tip) din cele 9 tipuri propuse în cadrul unui proiect.

Problema necesită precizări de natură biologică, dacă trebuie să ținem cont de compatibilitatea plantelor, de necesitatea respectării unor restricții privind amplasarea rândurilor de plante. În dependență de aceste condiții, vom folosi diverse formule (aranjamente sau combinări fără repetiții).

Exemplul 7. Avem *n* organisme (natura lor poate fi precizată). Vom stabili în câte feluri poate fi determinat numărul necesar de eprubete pentru a distribui aceste *n* organisme în toate modurile posibile?

Etichetăm organismele cu numerele $1,2,3,\dots,n$. Prin partiție vom înțelege o modalitate de distribuire (fizică) în eprubete a tuturor organismelor: obținerea unor submulțimi disjuncte a căror reuniune reprezintă toată mulțimea de organisme. Vom include în numărul de partiții și cazul când toate organismele sunt distribuite într-o singură eprubetă. În acest caz vom avea o singură partiție.

Fie P_n numărul de partiții ale ***n***-mulțimii $\{1,2,3,\dots,n\}$. Dacă mulțimea este vidă, vom avea o partiție.

Considerăm încă un organism, al $n+1$ – lea și îl includem în una dintre partiții (submulțimi). Presupunem că în acea submulțime erau deja k-organisme. Aceste organisme pot fi alese în C_n^k- moduri. Cele $n-k$ organisme rămase pot fi partiționate în P_{n-k} feluri. Deoarece k poate lua orice valoare de la 0 până la *n*, regula sumă-produs generează recurența: $P_{n+1} = \sum_{k=0}^{n} C_n^k P_{n-k}$.

Cercetând inductiv această situație vom obține: $P_0 = 1$; $P_1 = 1$; $P_2 = 2$; $P_3 = 5$; $P_4 = 15$; $P_5 = 52$; $P_6 = 202$; $P_7 = 877$; $P_8 = 4140$ ș.a.m.d.

Exemplul 8. Un subiect relevant pentru examinare îl constituie descoperirea remarcabilă a secolului XX - descifrarea codului genetic.

Diverse molecule de ADN se deosebesc între ele prin faptul că 4 baze azotate: adenina, timina, guanina și citozina se succed într-o anumită ordine anumită. Aceste baze azotate determină ordinea „asamblării” proteinelor organismelor din cei 20 de aminoacizi standard. Fiecare aminoacid este cifrat cu codul constituit din trei baze azotate. Este ușor de înțeles cum a apărut numărul 3. Doar cu ajutorul „asamblării” a două baze azotate este posibil de cifrat doar 4^2=16 aminoacizi. Dacă s-ar lua câte 3 baze, atunci obținem 4^3=64 de aranjamente distincte cu repetiții. Elevii pot fi provocați să cerceteze cum se utilizează în natură surplusul de informație – doar numărul de aranjamente este egal cu 64, iar numărul de aminoacizi e de trei ori mai mic.

Întru-n cromozom sunt câteva zeci de baze azotate. Numărul de aranjamente cu repetiții în care ele pot fi „asamblate” succesiv este nespus de mare. O parte nesemnificativă de aceste ordonări este suficientă pentru a asigura toată diversitatea naturii vii pe tot parcursul existenței vieții pe Pământ.

Abordarea acestui subiect științific poate servi la derularea unor proiecte de cercetare interdisciplinare matematică-științe ale naturii la diverse niveluri de dificultate.

Arte

Exemplul 9. Un muzeu are 7 săli de expoziție. Muzeul a achiziționat un tablou al pictorului Mihail Grecu (22.11.1916 – 9.04.1998) şi un tablou al pictorului Igor Vieru (23.12.1923-24.05.1988). În câte feluri pot fi expuse aceste tablouri în două săli diferite?

Amplasarea se poate face în 2 moduri distincte: amplasarea tabloului pictorului A, urmată de amplasarea tabloului pictorului B. Există 7 alternative pentru prima operaţie, deoarece în total sunt 7 săli. Există 6 alternative pentru operaţia a doua, deoarece primul tablou a fost amplasat în una dintre cele 7 săli. Conform regulii produsului, sunt $7 \cdot 6 = 42$ variante.

Informatică

Exemplul 10. Câte şiruri diferite de 8 biţi există?

Fiecare din cei 8 biţi poate fi ales în 2 feluri: 0 sau 1.

Conform regulii produsului, există $2^8 = 512$ variante.

Exemplul 11. Fie $x_1, x_2, \dots, x_n$ - variabile booleene (care pot primi valorile 0 și 1). Să se afle numărul tuturor combinațiilor posibile ale valorilor variabilelor $x_1, x_2, \dots, x_n$.

Fiecare variabilă x_i poate primi valorile 0 sau 1.

Această problemă se reduce la stabilirea numărului de şiruri distincte de n biţi. Definirea unui şir de biţi de lungime n se poate descompune în n subprobleme distincte: subproblema i fixează valoarea bitului x_i. Conform regulii produsului, există $\underbrace{2 \cdot 2 \cdot \dots \cdot 2}_{de\ n\ ori} = 2^n$ astfel de şiruri.

Exemplul 12. Se ştie că o parolă este un şir între 6 şi 8 caractere lungime, şi că fiecare caracter este fie o literă mare sau o cifră zecimală. Fiecare parolă conţine cel puţin o cifră. Câte parole posibile sunt?

Fie P numărul total de parole, şi P_6, P_7 şi P_8 numărul de parole cu lungimea 6, 7, sau 8. Conform regulii sumei, $P = P_6 + P_7 + P_8$. Calculul lui P_m pentru $m \in \{6, 7, 8\}$, se poate face astfel: Fie W_m numărul de şiruri de litere mari şi cifre cu lungimea m. Conform regulii produsului, $W_m = (26 + 10)^m = 36^m$. Fie N_m numărul de şiruri de litere mari cu lungimea m. Conform regulii produsului, $N_m = 26^m$. Se observă uşor că $P_m = W_m - N_m$

Prin urmare, $P = W_6 - N_6 + W_7 - N_7 + W_8 - N_8 = 36^6 - 26^6 + 36^7 - 26^7 + 36^8 - 26^8$.

Fizică, Inginerie

Exemplul 13. Abordarea istorico-genetică a evoluției mijloacelor de comunicație va conține neapărat și familiarizarea cu Alfabetul sau Codul Morse, care a fost folosit pentru a transmite informația prin telegraf. O schemă de codare a caracterelor (litere, cifre, semne de punctuație) ține de cele mai elementare cunoștințe din combinatorică, dar aceasta permitea operatorilor să trimită mesaje folosind o serie de impulsuri electrice scurte sau lungi (puncte și liniuțe în prezentarea grafică). În dependență de direcția de cercetare dorită subiectul poate servi la explorarea epistemologiei unor noțiuni din informatică, ingineria calculatoarelor etc.

Exemplul 14. Se planifică lansarea a $2n$ sateliți în jurul unei planete. Trebuie să fie formate perechi de sateliți ale căror orbite să se intersecteze (evitând ciocnirea). În câte moduri pot fi create aceste perechi?

Vom propune rezolvarea în trei moduri diferite:

1. Fie P_k numărul de perechi posibil a fi create în cazul când avem în $2k$ sateliți. Considerăm un satelit S. Pereche pentru acesta putem alege în $2n-1$ moduri. Atunci mai rămân în $n-1$ perechi, care pot fi create în P_{n-1} moduri. Aplicând recursivitatea și regula produsului obținem:

$$P_n = (2n-1)P_{n-1} = (2n-1)(2n-3)\dots 5\cdot 3\cdot 1 = \frac{2n(2n-1)(2n-2)\dots 4\cdot 3\cdot 2\cdot 1}{2n(2n-2)(2n-4)\dots 4\cdot 2} = \frac{(2n)!}{2^n n!}.$$

2. Etichetăm sateliții cu numerele naturale de la 1 la 2n. Putem face aceasta în $(2n)!$ moduri. Considerăm cazul când sateliții sunt aranjați într-un rând conform numărului de ordine și formăm perechile: (1,2), (3,4), ..., (2n-1, 2n). Împerecherea poate fi realizată într-un singur fel. Având în vedere că dacă vom efectua acest procedeu în cele $(2n)!$ moduri de etichetare unele perechi se vor întâlni de mai multe ori, urmează să eliminăm prin împărțire împerecherile care se repetă: ținând cont că putem aranja elementele în fiecare pereche în două moduri și perechile pot fi permutate între ele în $n!$ moduri, vom împărți la numărul $2^n n!$, deci $P_n = \frac{(2n)!}{2^n n!}$.

3. Vom aplica formula pentru combinări, considerând că perechile sunt alese una câte una. Prima pereche poate fi aleasă în C_{2n}^2, celelalte perechi sunt alese din elementele rămase și atunci numărul de variante posibile se calculează conform regulii produsului: $C_{2n}^2 C_{2n-2}^2 C_{2n-4}^2 \dots C_2^2$. Eliminăm prin împărțire la $n!$ ținând cont de faptul că nu contează ordinea perechilor.

Concluzii

Abordarea STEAM a educației matematice este menită să contribuie la formarea la elevi a valorilor și atitudinilor: formarea obișnuinței de a recurge la concepte și metode matematice în abordarea unor situații cotidiene sau pentru rezolvarea unor probleme în situații reale și/sau modelate; trezirea curiozității și a creativității în elaborarea strategiilor, a problemelor, a planurilor de activitate, în rezolvarea și realizarea acestora; dezvoltarea simțului estetic și critic; dezvoltarea unei gândiri deschise; aprecierea rigorii, a ordinii și a eleganței în arhitectura rezolvării unei probleme, în aplicarea unei metode, a unui algoritm sau a construirii unei teorii; cooperarea în calitate de membru al unui grup [2, p.7].

Compartimentul Combinatorica din cursul de matematică trebuie studiat de elevi fiind încorporat într-o gamă complexă de activități care să aibă rezultat clarificarea diverselor situații cu caracter inter-, intra-, trans-disciplinar.

Concepția rezultantei potrivit căreia dezvoltarea psihică generală, dar și dezvoltarea oricăror facultăți mintale particulare, inclusiv a celor matematice impunea rigoarea pentru crearea la clasă a unui mediu deschis, sigur pentru învăţare și comunicare didactică, manifestarea grijii pentru sporirea atractivităţii învăţării [17].

Articol elaborat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)”, inclus în „Program de Stat” (2020-2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20.

Bibliografie

1. CRISTEA, S. Învățarea prin proiecte. În Didactica Pro... Revistă de teorie și practică educațională a Centrului Educațional Pro Didactica, Nr.1 (107), 2018, p. 57-60
2. Matematică: Curriculum naţional: Clasele 10-12: Curriculum disciplinar: Ghid de implementare / MECC al RM; coordonatori: A. Cutasevici, V. Crudu, V. Ceapa; grupul de lucru: I. Achiri (coordonator) [et al.]. Chişinău: Lyceum, 2020. 192 p.
3. ENGHEL, A. Probleme de mathematică. Strategii de rezolvare. GIL 2006. 464 p.
4. JELESCU, P. Geneza negării la copii în perioada preverbală. Studiu teoretico-experimental. Chișinău: Editura Museum, 1999. 248 p.
5. LUPU, I., POȘTARU, A. Metodologia studierii combinatoricii și a binomului lui Newton. Ed. Prut Internațional, 2007.
6. LUPU, I.; SALI, L.; Teleucă, M. Utilizarea softurilor educaționale la studierea elementelor de combinatorică. În: *International Conference on mathematics, informatics and information technologies: dedicated to the ilustrious scientist Valentin Belousov*, Communcations. April 19-21, 2018, Bălți.
7. POP, V.; TELEUCĂ, M. Probleme de combinatorică elementară. Numărare, grafuri, jocuri. Biblioteca Societății de Științe Matematice din România. Matrixrom, 2013. 185 p.
8. POP, V.; TELEUCA, M. Matematici discrete. Combinatorica – Jocuri - Grafuri, Societatea Matematica Romaneasca. Bucuresti, Romania, 2012. 225 pag.
9. TELEUCĂ, M.; LUPU, I.; SALI, L. Didactical aspects of the organization of investigational activities in mathematics. În: *The 20th CAIM dedicated to academician Mitrofan M. Ciobanu*. Ch., August, 22-25, 2012. Communications in Education. p. 93 – 107.
10. TELEUCĂ, M.; JELESCU, P. Concepția privind elevii dotați la matematică și pregătirea lor pentru concursuri și olimpiade. În: *Acta et Commentationes, Sciences of Education*, nr. 4(22), 2020. pp. 32-38.
11. ULRICH, C. *Învățarea prin proiecte. Ghid pentru profesori*. Iași, Polirom, 2016.
12. ВИЛЕНКИН, Н. Я. *Популярная комбинаторика*. М.: Наука, 1975. 208 с.
13. ЖЕЛЕСКО, П.С.; РОГОВИН, М.С. *Исследование отрицания в практической и познавательной деятельности.* Кишинёв: Штиинца, 1985. 135 с.
14. АНТИПОВ, И.Н., ВИЛЕНКИН, Н., ИВАШЕВ-МУСАТОВ, О.С. и др. *Избранные вопросы математики. 9 кл. Факультативныи курс*. М. 1979. 191 с.
15. Математика. 5 класс. / Г. В. Дорофеев, С. Б. Суворова, И. Ф. Шарыгин, [и др.]; под ред. Г. В. Дорофеева, И. Ф. Шарыгина. М.: Просвещение, 2003. – 368 с.
16. https://www.youtube.com/watch?v=AscXvFV-07g
17. https://mecc.gov.md/sites/default/files/standarde_cadre_didactice.pdf
18. https://staff.fmi.uvt.ro/~mircea.marin/lectures/TGC

CZU: 004+372.851

ADAPTAREA INSTRUMENTELOR DIGITALE ÎN PREDAREA MATEMATICII

Luminița Gabriela ZEGREA, doctorand
Școala Doctorală Automatică și Calculatoare, Universitatea POLITEHNICA București
Iulia Nela ANGHELACHE, doctorand
Școala Doctorală de Inginerie Mecanică și Industrială
Universitatea DUNĂREA DE JOS Galați

Rezumat. Instrumentele digitale sunt utilizate pentru a avea lecții atractive , prietenoase și eficiente sau pentru un feedback real și obiectiv. În abordarea didactică este necesară actualizarea acestora. Sunt adaptate nevoilor educaționale din toate etapele procesului de învățare. Platformele suport, populate cu lecții în care sunt înglobate elemente atractive, proiectate sau nu de profesorul care le folosește, dar care conțin și secțiuni de autoevaluare/evaluare pentru a afla nivelul de înțelegere, de însușire și de aplicare a cunoștințelor pe care le deține, sunt foarte în vogă. Platforma Moodle oferă un astfel de suport, care face matematica ușoară, frumoasă și accesibilă.

Abstract. Digital tools are used to have attractive, friendly and effective lessons or for real and objective feedback. In the didactic approach it is necessary to update them. They are adapted to the educational needs of all stages of the learning process. Support platforms, populated with lessons that include attractive elements, designed or not by the teacher who uses them, but which also contain self-assessment / assessment sections to find out the level of understanding, mastery and application of the knowledge he has, they are very popular. The Moodle platform offers such support, which makes math easy, beautiful and accessible.

Cuvinte cheie: Instrumente digitale, platforme de învățare, adaptare curriculară, matematică, proces instrucțional.

Keywords: Digital tools, learning platforms, curricular adaptation, mathematics, instructional process.

Introducere

Adaptarea metodelor de predare la condițiile actuale ale învățământului online, face ca meseria de dascăl să fie una dificilă, din cauza timpului scurt în care se cere a se face schimbarea metodelor de predare și de evaluare și mai ales pentru însușirea instrumentelor cu care profesorul operează în acest mediu nou, aproape inexistent până nu de mult. Acum putem vorbi despre școala online și datorită profesorilor care s-au adaptat noilor nevoi ale elevilor, noilor tendințe și mai ales au înțeles că utilizarea tehnologiei actuale și în predare-învățare-evaluare este indispensabilă în timpurile actuale.

Astfel, profesorii operează cu noțiuni noi precum platforme virtuale, instrumente digitale, aplicații online, etc. Aceștia și-au adaptat predarea în funcție de gradul de stăpânire a acestor noțiuni și de flexibilitatea la care sunt dispuși în a parcurge materia introducând în disciplinele lor, noi materiale și resurse atrăgătoare, eficiente și cu grade diferite de utilizare. Totul în scopul de a permite fiecărui elev noi oportunități de împlinire a potențialului său. Profesorul îndeplinește acum mai multe roluri: de planificator al parcurgerii conținuturilor disciplinei, de facilitator al învățării prin valorizarea tuturor elevilor, de colearner profesorul manifestând curiozitate alături de elevii săi, evaluator de competențe- primind prin feedback și feedforward, informații utile cu privire la calitatea activității de predare și nu în ultimul

rând are rolul de dezvoltator de resurse de învățare [1]. Acest cumul de roluri îl așază pe profesor în centrul acțiunilor de care școala are nevoie. Astfel el poate selecta, adapta, utiliza diverse resurse, astfel încât achizițiile elevilor să fie vizibile, utile și să contribuie la dezvoltarea elevului transformându-l într-o persoană responsabilă, perseverentă, integră, capabilă să se adapteze pe piața muncii [2].

Metode şi materiale aplicate

În acest material, ca și aplicare a ceea ce am menționat mai sus, mă voi referi la predarea matematicii utilizând instrumente și aplicații digitale având ca suport platformelor virtuale. Metoda de predare aplicată se realizează în sistem hybrid (sincron și asincron), la clasele de gimnaziu, la clasa a V-a, particularizând unitatea de învățare „Operații cu numere naturale”.

Ca și mediu de lucru, s-a folosit pentru sistemul sincron, una din platformele Teams, Classroom, Zoom sau Discord. Ca și pionierat, în perioada de debut al semestrului doi al anului școlar anterior, am folosit platforma Discord, cu care elevii mei erau familiarizați pentru că aceștia jucau diverse jocuri online în rețea, și o foloseau pentru a comunica.

După o perioadă de adaptare a lor și a mea, la sistemul online, am trecut la etapa următoare de adaptare la nevoi, aceea de a utiliza Zoom în combinație indispensabilă cu tableta digitală (instrument fără de care matematica nu este Matematică). Pentru o mai bună înțelegere a noțiunilor matematice pe care le parcurgeam, în timpul acestor acțiuni combinate am introdus o aplicație utilă în matematică , aplicația Paint. Ea m-a ajutat să mă pot referi mai ușor la părți din figură, drepte, unghiuri, pentru că le coloram, în așa fel încât elevii să le poată identifica și prin alt mod decât cel clasic, de citire a extremităților dreptelor, segmentelor, etc. Așa am ajuns, înaintea orelor de geometrie „Astăzi colorăm?”. Era un salt colosal de la „Iar geometrie?” la a vedea totul în culori și nu în nuanțe de gri. A urmat etapa cu Teams sau Classroom (în școala mea lucrăm în Teams), care a avut o „subetapă”, în care am introdus pe lângă figurile colorate, temele colorate. Adică, temele se regăseau în documente cu fundaluri de diverse culori. Iar acestea erau anunțate astfel: „Pentru mâine, aveți tema verde!”. Culoarea nu era corelată cu grad de dificultate diferit, dar tema atrăgea în primul rând prin aspect. Iar dacă cineva nu-și făcea tema și întreba „Ce temă am avut?”, răspunsul era „Tema…mov (de exemplu)!”. Totul se transformase într-o „joacă în culori” la matematică, care a prins la elevi.

Pe măsură ce înaintam în online, am adaptat ceea ce predam la sistemul asincron, adică îi ofeream elevului un cadru în care el să poată să parcurgă materia predată în ritm propriu, fără a-i imprima un anumit ritm (de cele mai multe ori alert). De astă dată m-am folosit de noțiunile pe care le-am căpătat în urma unui curs de formare Erasmus+, din Florența, Italia , curs cu referire strictă la utilizarea și implementarea platformei Moodle. Astfel, am proiectat o platformă, adaptată la nivelul clasei a V-a. Am populat acest spațiu virtual cu informații, parcurse gradual la clasă, pe măsură ce parcurgeam anumite conținuturi, ele se regăseau în platformă. Dacă elevii, în urma orelor de matematică, constatau că anumite conținuturi nu și le-au însușit, consultau lecția respectivă din acest spațiu virtual. Tot aici regăseau și documentație online menită să susțină actul instrucțional. Platforma, pe lângă lecțiile din

unitatea de învățare respectivă, cuprinde și teste de autoevaluare, dar și o secțiune care este parcursă etapizat și controlat de cadrul didactic. Astfel, de exemplu dacă elevul opta pentru a fi punctat/evaluat/notat și în funcție de utilizarea platformei, există o secțiune care cuprinde teste (pe parcurs) și dacă toate aceste teste sunt promovate , elevul în funcție de rezultatele obținute primește diferite „recompense”. Prin recompensă se înțelege insignă, ecuson, medalie. Convertite în note, după o regulă stabilită la începutul utilizării platformei, pot contribui pozitiv sau negativ la media semestrială.

În proiectarea scenariilor didactice pentru lecțiile incluse în cadrul unității de învățare Operații cu numere natural, am urmărit o serie de competențe specifice și anume:

- Identificarea numerelor naturale în contexte variate;
- Efectuarea de calcule cu numere naturale, folosind operațiile aritmetice și proprietățile acestora;
- Utilizarea regulilor de calcul pentru efectuarea operațiilor cu numere naturale și pentru divizibilitate;
- Exprimarea în limbaj matematic a unor proprietăți referitoare la comparări, aproximări, estimări și ale operațiilor cu numere naturale;
- Analizarea unor situații date în care intervin numere naturale pentru a estima sau pentru a verifica validitatea unor calcule.

Pentru atingerea acestor competențe, m-am folosit și de resurse educaționale din mediul online. Mă refer aici, în primul rând la manualele digitale aprobate la nivel național, materiale utile din mediul online de specialitate, filme animate, teste, aplicații, pe care le-am adaptat la nevoile elevilor mei. După selectarea, realizarea, publicarea acestor resurse, am putut popula platforma de matematică. Pentru realizarea de prezentări atractive și care să îl determine pe elev , am ales în locul banalelor prezentări Power Point, mai noua descoperită Canva, în care puteam introduce și printscreenuri din manualele digitale, punând astfel accent pe acoperirea nevoilor elevilor mei.

Cursul prezentat este structurat astfel:

Are mai multe ”intrări”. Ele sunt:

- MATEMATICĂ CLASA a V-a (figura 1)
- DESCRIEREA DISCIPLINEI (figura 2)
- MIJLOACE DE COMUNICARE (figura 3)
- TEMĂ

Fiecare dintre acestea au în componență mai multe elemente puse la dispoziție de platforma Moodle, și personalizate în funcție de aplicabilitatea lor.

MATEMATICĂ CLASA a V-a cuprinde:

- Formular de prezență –în care am adăugat o dată de curs 12.12.2020, prezența se va realiza în intervalul orar 10am-6pm;
- Chestionar, care a fost închis în data de 30.11.2020. Chestionarul se dorește a fi o

sondare a oportunității de a integra la ora de matematică a evaluării online.

DESCRIEREA DISCIPLINEI, are în componență 6 materiale, astfel:

- MATERIAL DE PREZENTARE care este conține nota de prezentarea curriculumului pentru disciplina Matematică, clasa a V-a;
- COMPETENȚE GENERALE-descrierea competențelor generale ale disciplinei matematică;
- OPERAȚII CU NUMERE NATURALE – carte structurată pe capitole, astfel:
    1. COMPETENȚE SPECIFICE (figura 4)
    2. Conținuturi
    3. Adunarea numerelor naturale
    4. Proprietățile adunării
        4.1. Exersează Adunarea
        4.2. Ştiu să fac adunări!
    5. Scăderea numerelor naturale
        5.1. Exersează Scăderea
        5.2. Ştiu să fac scăderi!
    6. Ajutor virtual
    7. Înmulțirea numerelor naturale
    8. Proprietățile înmulțirii
    9. Factorul comun
        9.1. Exersează înmulțirea
        9.2. Exersează factorul comun
    10. Ajutor virtual
    11. APROFUNDARE
- TEST OPERAȚII CU NUMERE NATURALE (figura 5)- care cuprinde întrebări importate din banca de întrebări.
- Temă (figura – cuprinde o cerință cu termen de predare 30.11.2020, ora 00.00. La această temă, am primit feedback de la cursant, temă notată cu 9 (nouă).
- Certificat de etapă este restricționat. Obținerea lui se realizează dacă activitatea *Operații cu numere naturale*, este finalizată. Dacă este obținută notă la Test operații cu numere naturale și dacă Temă a fost notată.

MIJLOACE DE COMUNICARE, cuprinde 4 mijloace diferite:

- Forum ştiri - Anunţuri şi ştiri cu caracter general;
- Wiki MATEMATICĂ VIRTUALĂ – setată pentru un spațiu virtual de încărcare teme, cu cerința Realizați în pereche cu un coleg, un power point având ca temă: Ridicarea la putere e o simplă joacă! Atașați cel puțin 5 exerciții cu puteri cu grad de dificultate diferit;
- Chat-ul Să ne cunoaștem!
- Forum de discuții;

Temă 3

- TEST DE ANTRENAMENT- https://wordwall.net/resource/7276886/test

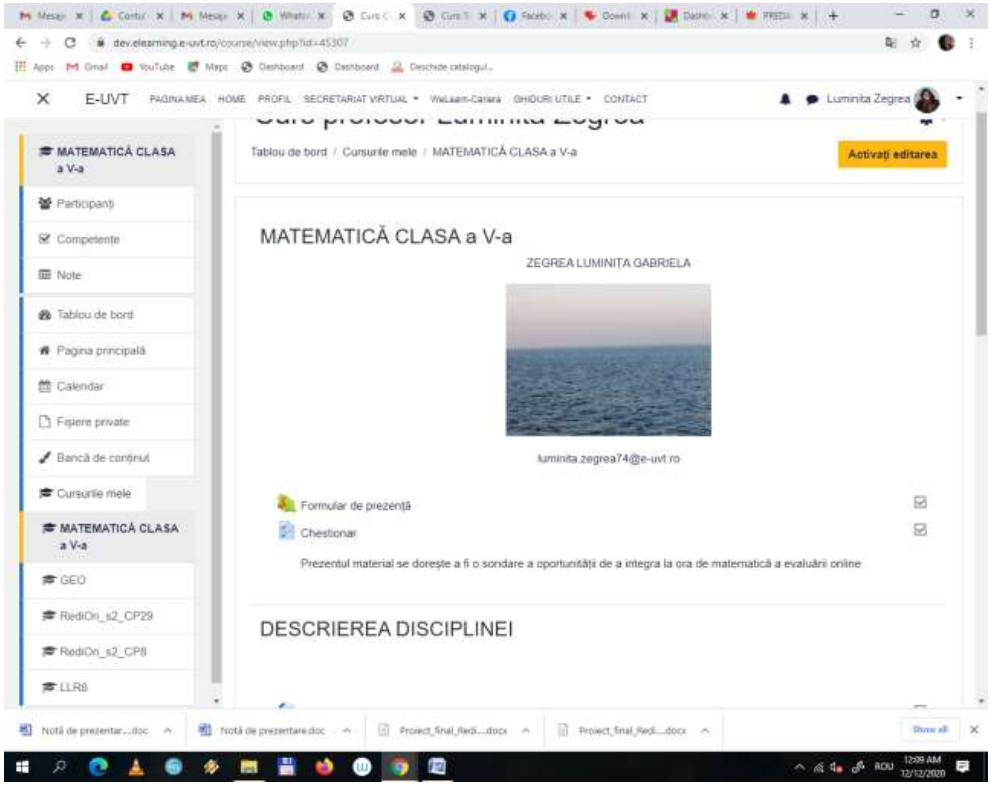


Figura 1. Pagina de deschidere a cursului

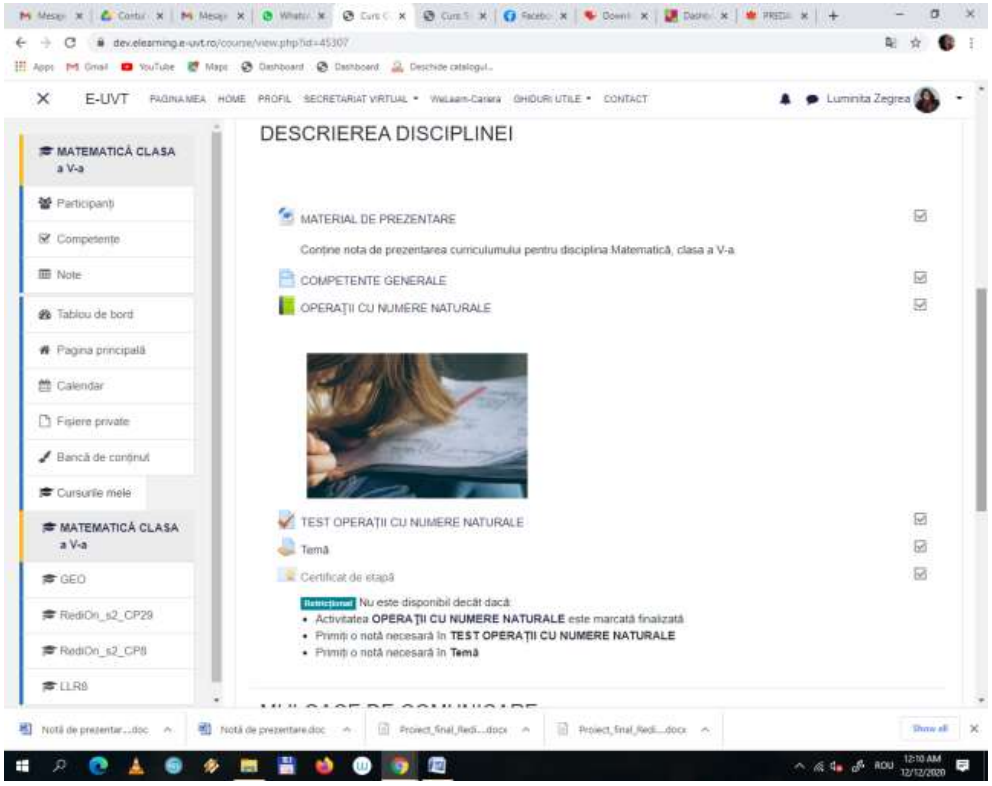


Figura 2. Descrierea disciplinei

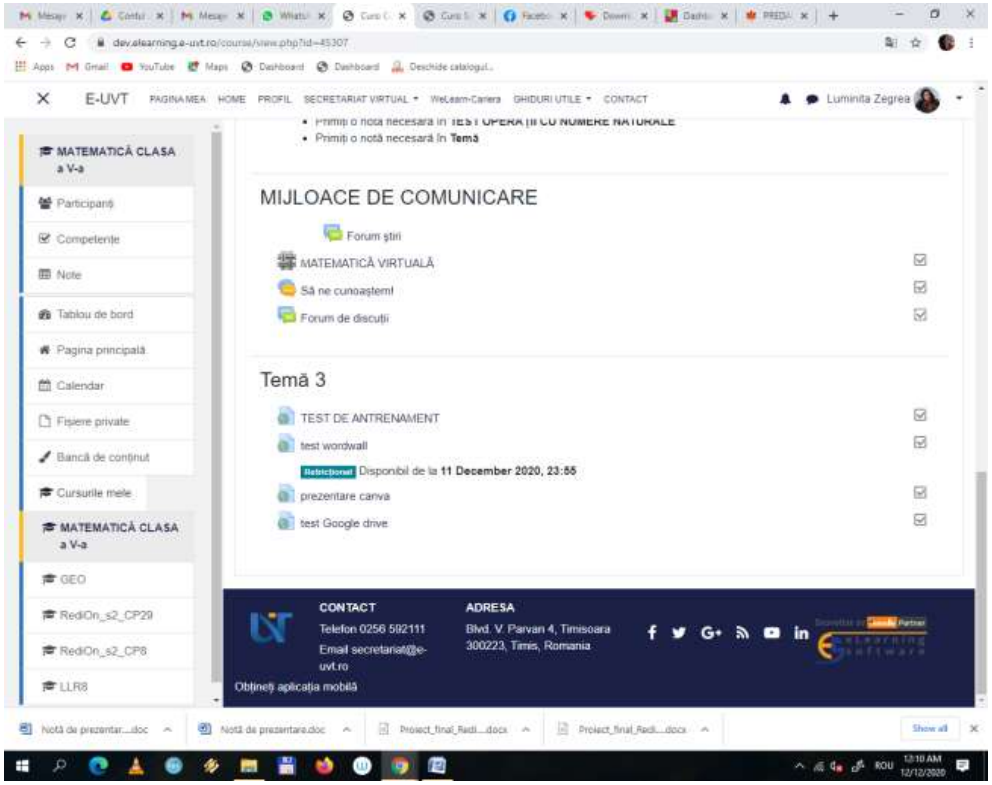


Figura 3. Secțiunea Mijloace de comunicare

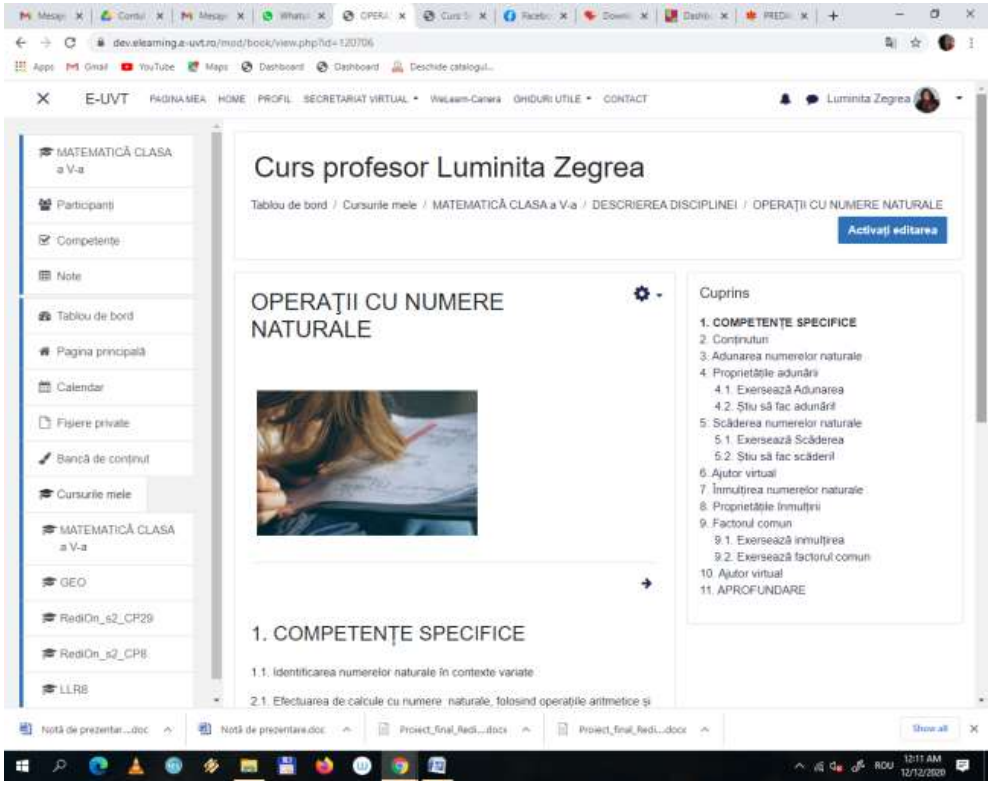


Figura 4. Prezentarea capitolului Operații cu numere naturale

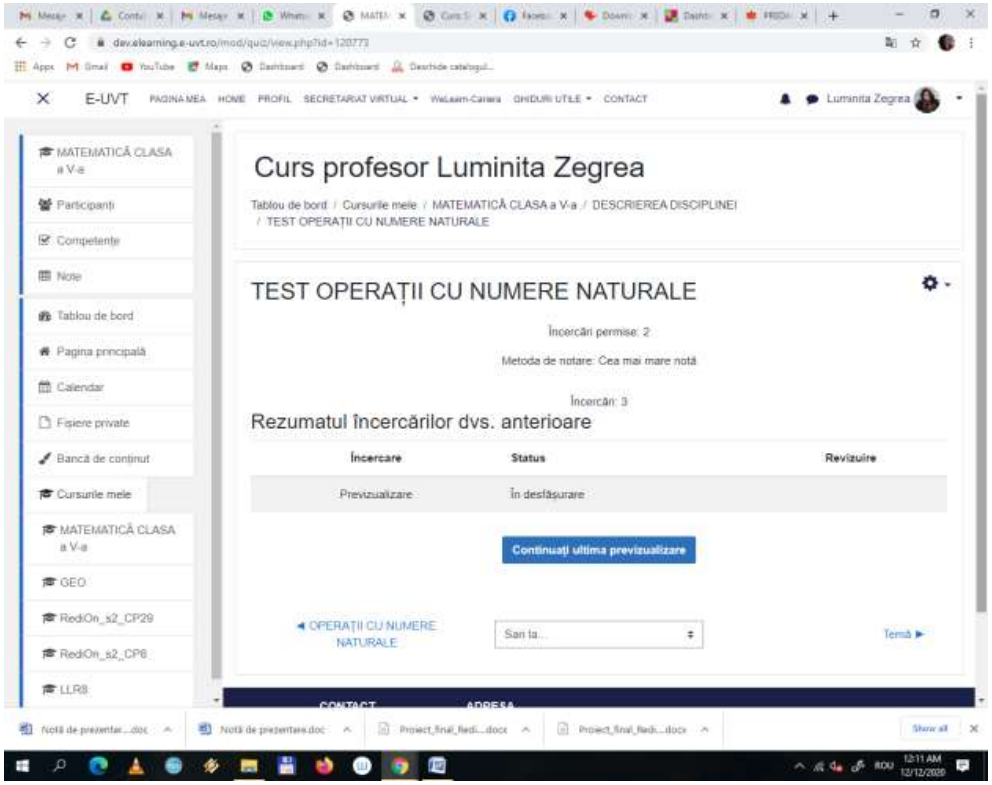


Figura 5. Test Operații cu numere naturale

Rezultate obținute

La începutul proiectării unității de învățare, am considerat că îmi voi atinge obiectivele propuse – de a face lecțiile mele mai atractive și feedbackul de la elevii mei să fie unul pozitiv. Acest lucru chiar s-a întâmplat și această componentă atractivă a învățării contribuie la sporirea rezultatelor elevilor mei. Per ansamblu, pot spune că rezultatele evaluării unității de învățare Operații cu numere naturale, la elevii clasei a V-a B, au fost mai bune, iar acest lucru s-a datorat și metodei noi de parcurgere a conținuturilor (atât face to face cât și online asincron) și de evaluare.

Concluzii

Introducerea resurselor educaționale deschise (RED) și utilizarea platformelor digitale de tip Moodle dar și celelalte (Teams, Classroom, etc), contribuie la realizarea unor lecții atractive pentru elevi, acces mai ușor la informații, parcurgerea facilă a conținuturilor în ritmul propriu, care vor spori rezultatele elevilor care nu vor mai considera matematica fiind o disciplină greu accesibilă.

Bibliografie

1. Repere pentru proiectarea și actualizarea și evaluarea curriculumului național, Document de Politici educaționale, p. 44-45.
2. Repere pentru proiectarea și actualizarea și evaluarea curriculumului național, Document de Politici educaționale, p. 13.

Secția II.

Studierea informaticii și tehnologiilor informaționale din perspectiva STEAM

Studying informatics and information technologies from the STEAM perspective

CZU: 371.3: 004.8

FUNDAMENTELE STRATEGICE PENTRU DEZVOLTAREA CONCEPTULUI STEAM ÎN CADRUL LABORATORULUI INTELIGENȚA ARTIFICIALĂ CREATIVĂ

Dorin AFANAS, dr., conf. univ.
Universitatea de Stat din Tiraspol, Moldova

Rezumat. În prezentul articol sunt evidențiate unele probleme care persistă în învățământul național din Republica Moldova. Sunt propuse unele soluții pentru diminuarea lor. Una din aceste soluții ar fi integrarea învățământului STEAM prin intermediul lucrărilor de laborator, având la bază proiectul Arduino.

Abstract. This article highlights some problems that persist in national education in the Republic of Moldova. Some solutions are proposed to reduce them. One of these solutions would be the integration of STEAM education through laboratory work, based on the Arduino project.

Cuvinte cheie: Arduino, circuit electric, codul programului, argument.

Keywords: Arduino, electrical circuit, program code, argument.

1. Introducere

La momentul actual există un șir de exemple când tinerii abandonează specialități aferente disciplinelor matematica, fizica, chimia, etc. argumentând că ele sunt prea complicate și necaptivante.

O soluție pentru a spori atractivitatea față de disciplinele menționate ar putea fi introducerea treptată a învățământului STEAM, mai ales că asemenea experiențe reușite există deja în alte țări dezvoltate. Pentru creșterea atractivității față de așa discipline ca matematica, fizica, chimia, biologia, geografia și nu în ultimul rând față de informatică, ne poate veni în ajutor proiectul Arduino. Acest proiect, pe lângă costul redus ia în considerație și dificultatea învățării, adică proiectul dat nu necesită mari investiții financiare și nu necesită cunoștințe profunde de programare pentru crearea diferitor lucrări în funcție de creativitatea studenților.

Arduino este o companie open-source care produce atât plăcuțe de dezvoltare bazate pe microcontrolere, cât și partea de software destinată funcționării și programării acestora. Pe lângă acestea include și o comunitate uriașă care se ocupă cu creația și distribuirea de proiecte care au ca scop crearea de dispozitive care pot sesiza și controla diverse activități sau procese în lumea reală [1].

Proiectul este bazat pe designul plăcilor cu microcontroler produse de câțiva furnizori, folosind diverse tipuri de microcontrolere. Aceste plăci pun la dispoziția utilizatorului pini digitali și analogici, care pot fi interfațați cu o gamă largă de plăcuțe numite scuturi (shield-uri) și/sau cu alte circuite. Plăcile au interfețe de comunicații seriale, inclusiv USB pe unele modele, pentru a încărca programe din calculatorele personale. Pentru programarea microcontrolerelor, Arduino vine cu un mediu de dezvoltare integrat (IDE) bazat pe proiectul Processing, care include suport pentru limbaje de programare ca C și C++.

Primul Arduino a fost lansat în 2005, având ca țintă asigurarea unei soluții ieftine și simple pentru începători și profesioniști spre a crea dispozitive capabile să interacționeze cu mediul, folosind senzori și sisteme de acționare. Cele mai comune exemple sunt dispozitivele pentru utilizatorii începători precum: roboții simpli, termostatele și/sau detectoarele de mișcare.

Plăcuțele Arduino sunt disponibile comercial sub formă preasamblată sau sub forma unor kituri de asamblat acasă (do-it-yourself). Specificațiile schemelor sunt disponibile pentru orice utilizator, permițând oricui să fabrice plăcuțe Arduino. Adafruit Industries estimase la mijlocul anului 2011 că peste 300.000 de plăcuțe oficiale Arduino au fost produse [2], iar în anul 2013 peste 700.000 de plăcuțe oficiale erau în posesia utilizatorilor [3].

Prezentăm în continuare un model pentru lucrare de laborator prin intermediul căruia studentul are posibilitatea să facă cunoștință cu unele noțiuni aferente disciplinelor fizica, informatica și matematica, noțiuni care pot fi însușite și conștientizate fără mari dificultăți.

2. Crearea circuitului electric și a programului respectiv la calculator

În cadrul acestui proiect vom realiza un circuit ce conține:

- fire pentru conexiune;
- trei rezistoare de 220 Ω;
- un rezistor de 10 kΩ;
- un buton (întrerupător);
- două LED-uri roșii;
- un LED verde.

La finele acestei activități vom cunoaște cum putem crea un program simplu pentru circuitul electric construit.

Obiectivele acestei activități sunt:

- conștientizarea intrărilor digitale;
- conștientizarea ieșirilor digitale;
- formarea competenței de a construi un circuit electric;
- conștientizarea tipurilor de prezentare ale circuitelor electrice;
- conștientizarea necesității reprezentării circuitelor electrice prin două moduri;
- conștientizarea instrucțiunilor utilizate;
- conștientizarea variabilelor utilizate;
- formarea competenței de a crea programul la calculator aferent circuitului electric construit.

Se recomandă de realizat activitatea după următoarea schemă/următorul algoritm:

2.1. Noțiuni fundamentale. În acest proiect, vom construi ceva care mai mult se poate asemăna cu o interfață a navei spațiale într-un film științifico-fantastic din anii 1970. Vom construi un circuit cu mai multe LED-uri care luminează atunci când apăsăm pe un

comutator/buton. Un LED verde va fi aprins, până când apăsăm un buton. Când Arduino primește un semnal de la buton, lumina verde se va stinge și alte 2 lumini roșii vor începe să clipească.

Pinii digitali Arduino pot citi doar două stări, atunci când există tensiune pe un pin de intrare și când nu există. Acest tip de intrare este numit în mod normal digital (sau uneori binar, pentru două stări). Aceste stări sunt denumite în mod obișnuit HIGH și LOW. HIGH este același lucru dacă am spune „există tensiune aici” și LOW înseamnă că nu există tensiune pe acest pin. Când utilizăm un pin OUTPUT HIGH vom folosi o comandă numită **digitalWrite()** pentru a-l porni. Valoarea tensiunii dintre pin și masă este de 5 V. Când dorim să oprim un pin OUTPUT folosim comanda LOW. Pinii digitali Arduino pot acționa atât ca intrări, cât și ca ieșiri în codul creat la calculator. Vom putea configura pinii în funcție de ceea ce dorim să obținem. Când pinii sunt ieșiri, putem porni componente precum LED-uri. Dacă configurăm pinii ca intrări, atunci putem verifica dacă un comutator este sau nu apăsat. Deoarece pinii 0 și 1 sunt utilizați pentru comunicarea cu computerul, se recomandă de început cu pinul 2.

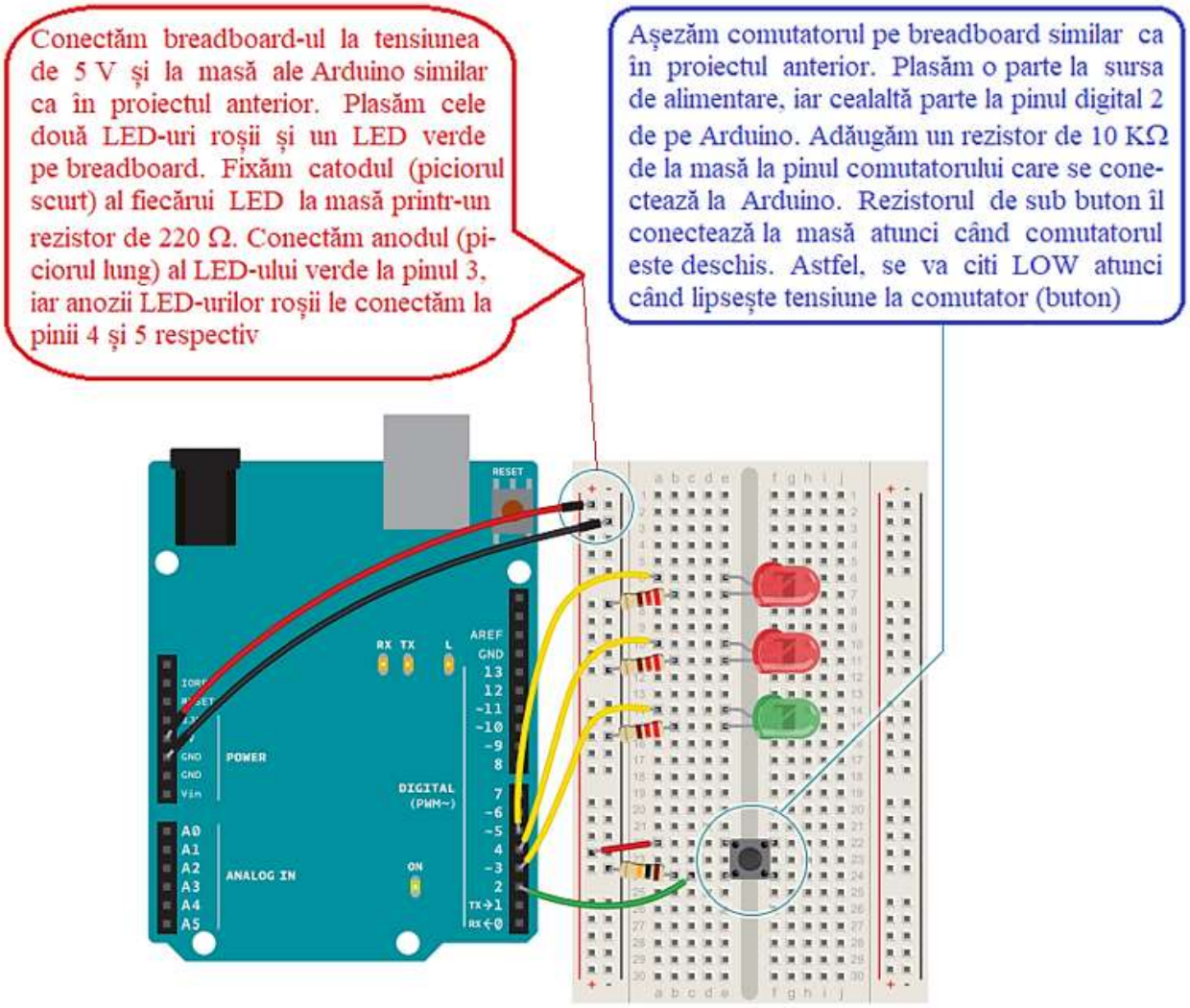


Figura 1. Ilustrația circuitului

2.2. Prezentarea circuitului. Se recomandă de prezentat circuitul în două moduri: o vizualizare pe panou (fig. 1) numită *ilustrația circuitului*, așa cum arată componentele real și altul schematic (fig. 2) numită *prezentare schematică*, care este un mod mai abstract de a arăta relațiile dintre componente într-un circuit. Schemele nu arată întotdeauna unde componentele sunt plasate în realitate, ci arată mai mult cum sunt conectate între ele.

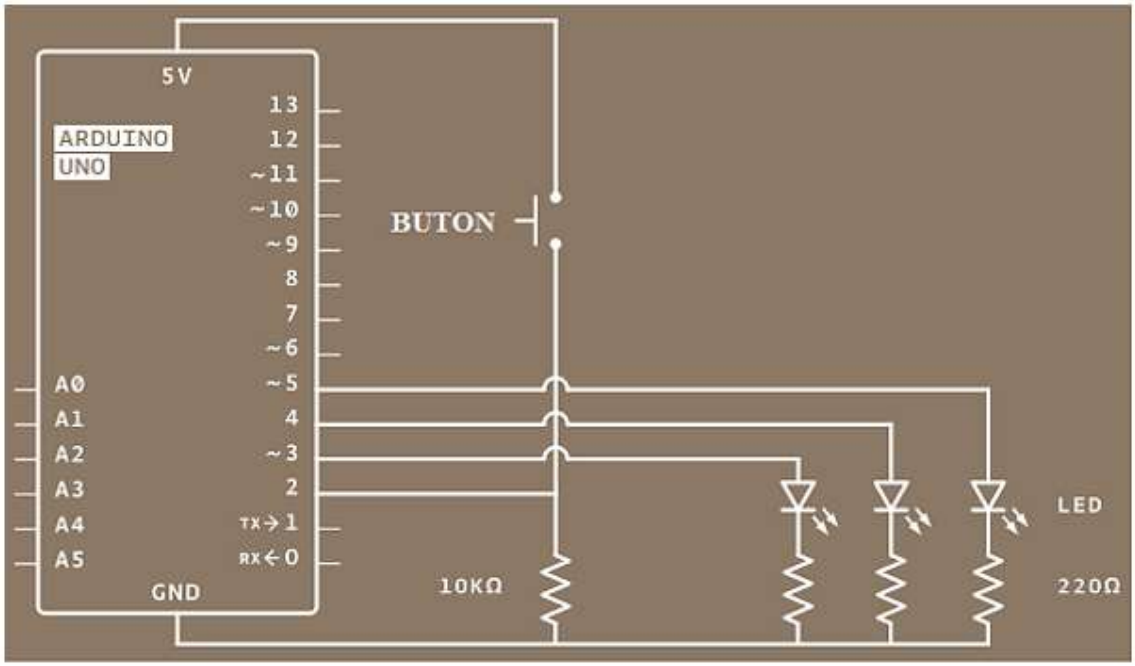
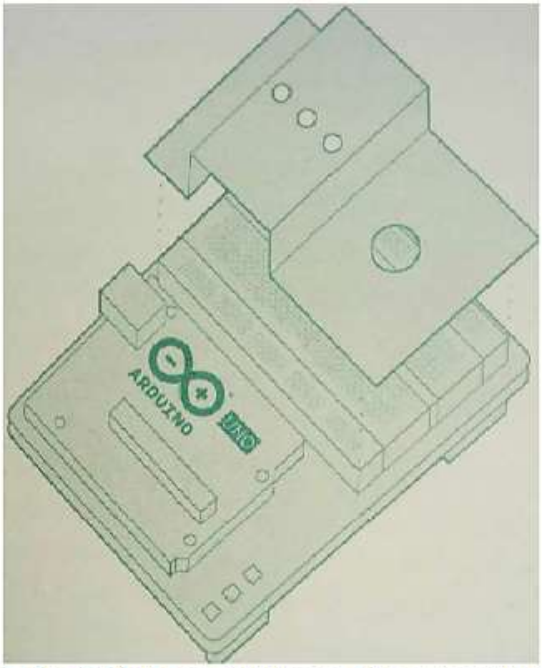
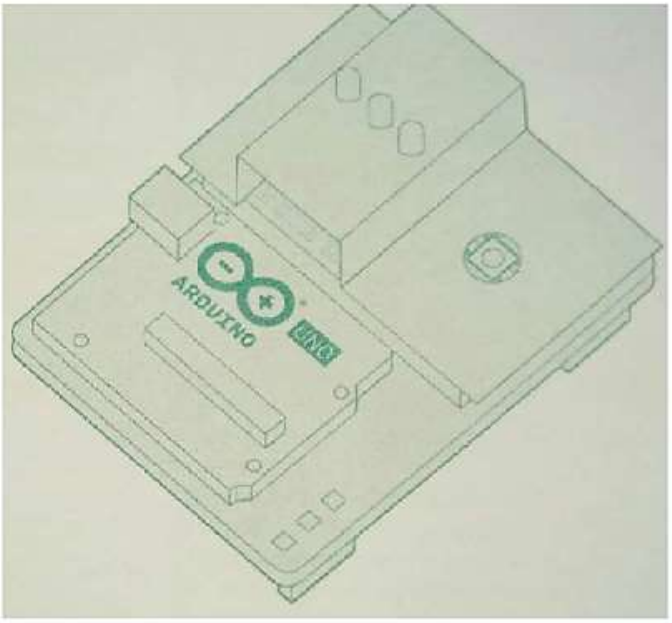


Figura 2. Prezentarea schematică a circuitului

Putem acoperi breadboard-ul sau îl putem decora pentru a crea propriul sistem de lansare (fig. 3). Luminile aprinse și oprite nu înseamnă nimic de la sine, dar când le amplasăm într-un panou de control și le dăm etichete, ele capătă sens. Ce dorim să indice LED-ul verde? Ce înseamnă LED-urile roșii intermitente? Aici noi decidem!



1. Pliați hârtia pre-tăiată așa cum este arătat



2. Așezăm pliatul peste breadboard. Led-urile și butonul vor ajuta la menținerea pliatului în poziția dorită

Figura 3.

2.3. Codul programului. Fiecare schiță (sketch) Arduino are două funcții principale. Funcțiile sunt părți ale unui program de computer care rulează comenzi specifice. Funcțiile au nume unice și sunt „numite” când este nevoie. Funcțiile necesare dintr-o schiță (sketch) Arduino se numesc **setup()** și l**oop()**. Aceste funcții trebuie declarate, ceea ce înseamnă că trebuie să-i indicăm lui Arduino ce vor face cu ele. Operatorii **setup()** și **loop()** sunt declarați așa cum este indicat mai jos:

```
void setup(){
}
void loop(){
}
```

Orice cod pe care îl scriem în parantezele figurate (acolade) va fi executat atunci când funcția este apelată.

În acest program, vom crea o variabilă înainte de a intra în partea principală a lui. Variabilele sunt nume pe care le vom da locurilor din memoria Arduino, astfel încât să putem urmări ceea ce se întâmplă. Aceste valori se pot schimba în funcție de instrucțiunile programului creat. Numele variabilelor ar trebui să fie descriptive indiferent de valoarea pe care o stochează. De exemplu, o variabilă numită **switchState** va spune ce stochează: starea unui switch. Pe de altă parte, variabila numită "*x*" nu va spune prea multe despre ce stochează.

Pentru a crea o variabilă, trebuie să declarăm tipul ei. Tipul de date **int** va conține un număr întreg (numit și întreg). Când declarăm o variabilă, de obicei îi acordăm și o valoare inițială. Declarația variabilei ca fiecare instrucțiune trebuie să se încheie cu punct și virgulă (;) așa cum este prezentat mai jos:

```
1   int switchState = 0;
```

Operatorul **setup()** rulează o dată, când Arduino este pornit pentru prima oară. Aici configurăm pinii digitali pentru a fi intrări sau ieșiri utilizând o funcție numită **pinMode()**. Pinii conectați la LED-uri vor fi ieșiri (OUTPUTs), iar pinul de comutare va fi intrare (INPUT). Trebuie să acordăm o atenție deosebită literelor majuscule și celor minuscule din codul nostru. De exemplu, **pinMode()** este numele unei comenzi, iar **pinmode()** va genera o eroare. Astfel, codul în continuare va fi:

```
2   void  setup(){
3   pinMode(3, OUTPUT);
4   pinMode(4, OUTPUT);
5   pinMode(5, OUTPUT);
6   pinMode(2, INPUT);
7   }
```

Operatorul **loop()** rulează continuu după finalizarea configurării **setup()**. Operatorul **loop()** este locul în care vom verifica tensiunea la intrări și vom activa/dezactiva ieșirile.

Pentru a verifica nivelul de tensiune pe o intrare digitală, vom utiliza funcția **digitalRead()** care verifică tensiunea pin-ului ales. Pentru a cunoaște ce pin să verificăm, funcției **digitalRead()** îi atribuim în mod obligatoriu un argument. Argumentele sunt informații pe care le transmitem funcțiilor, spunându-le cum ar trebui să funcționeze. De exemplu, **digitalRead()** are nevoie de un argument: ce pin trebuie să verifice. În programul nostru **digitalRead()** va verifica starea pin-ului 2 și se va stoca valoarea în variabila **switchState**. Dacă există tensiune pe pin când se apelează **digitalRead()**, variabila **switchState** va obține valoarea HIGH (sau 1). Dacă nu există tensiune pe pin, **switchState** va obține valoarea LOW (sau 0).

Dacă vom dori să includem careva comentarii în limbajul natural în programul nostru, atunci o putem realiza. Comentariile sunt note pe care le lăsăm pentru noi și pe care computerul le ignoră. Pentru a scrie un comentariu, este suficient să adăugăm două bare oblice //. Computerul va ignora orice inscripție după cele două bare oblice și programul în continuare poate fi:

```
8   void loop(){
9   switchState = digitalRead (2);
10  // acesta este un comentariu
```

Vom folosi cuvântul ”if” pentru a verifica starea căruiva dispozitiv (de exemplu, poziția butonului (comutatorului)). O afirmație **if()** din programare compară două lucruri și determină dacă comparația este adevărată sau falsă. Apoi efectuează acțiunile pe care i le-am spus să le facă. Când comparăm două lucruri în programare, utilizăm două semne egale ”==”. Dacă utilizăm un singur semn, atunci vom seta o valoare în loc să o comparăm. Pașii 11 și 12 ai codului sunt arătați mai jos:

```
11  if (switchState == LOW) {
12  // butonul nu este apăsat
```

Uneori, poate fi util să scriem fluxul programului în pseudocod: un mod de a descrie ceea ce dorim să facă programul într-un limbaj simplu, dar structurat într-un mod care face mai ușoară scrierea unui program real din acesta. În asemenea cazuri vom determina dacă **switchState** este HIGH (adică butonul este apăsat) sau nu. Dacă comutatorul este apăsat, vom opri LED-ul verde și cel roșu aprins. În pseudocod, declarația ar putea arăta astfel: dacă **switchState** este LOW: porniți LED-ul verde, dezactivați LED-urile roșii dacă **switchState** este HIGH: opriți LED-ul verde, activați LED-urile roșii, etc.

Comanda **digitalWrite()** ne permite să trimitem 5V sau 0V la un pin de ieșire. Această comandă poate lua două argumente: ce pin să controlăm și ce valoare să setăm acelui pin: HIGH sau LOW. Dacă dorim să pornim LED-urile roșii și LED-ul verde în interiorul declarației **if()**, atunci codul ar arăta astfel:

```
13  digitalWrite(3, HIGH); // LED-ul verde
14  digitalWrite(4, LOW); // LED-ul roșu
15  digitalWrite(5, LOW); // LED-ul roșu
16  }
```

După ce am scris codul pentru Arduino când comutatorul (butonul) este deschis, vom defini ce se întâmplă când comutatorul este închis. Instrucțiunea **if()** are o componentă opțională **else** care permite să se întâmple ceva dacă condiția inițială nu este îndeplinită. În acest caz, după ce am verificat dacă comutatorul a fost LOW, scriem codul pentru condiția HIGH după instrucțiunea **else**. Pentru ca LED-urile roșii să clipească când butonul este apăsat, va trebui să oprim și să aprindem luminile în declarația **else**. Pentru a realiza acest lucru, vom schimba codul pentru a arăta astfel:

```
17  else {    // butonul este apăsat
18  digitalWrite(3, LOW);
19  digitalWrite(4, LOW);
20  digitalWrite(5, HIGH);
```

Dacă rulăm programul acum, atunci luminile se vor schimba când apăsăm butonul (comutatorul). Pentru o ieșire mai interesantă se recomandă de adăugat ceva mai multă complexitate programului.

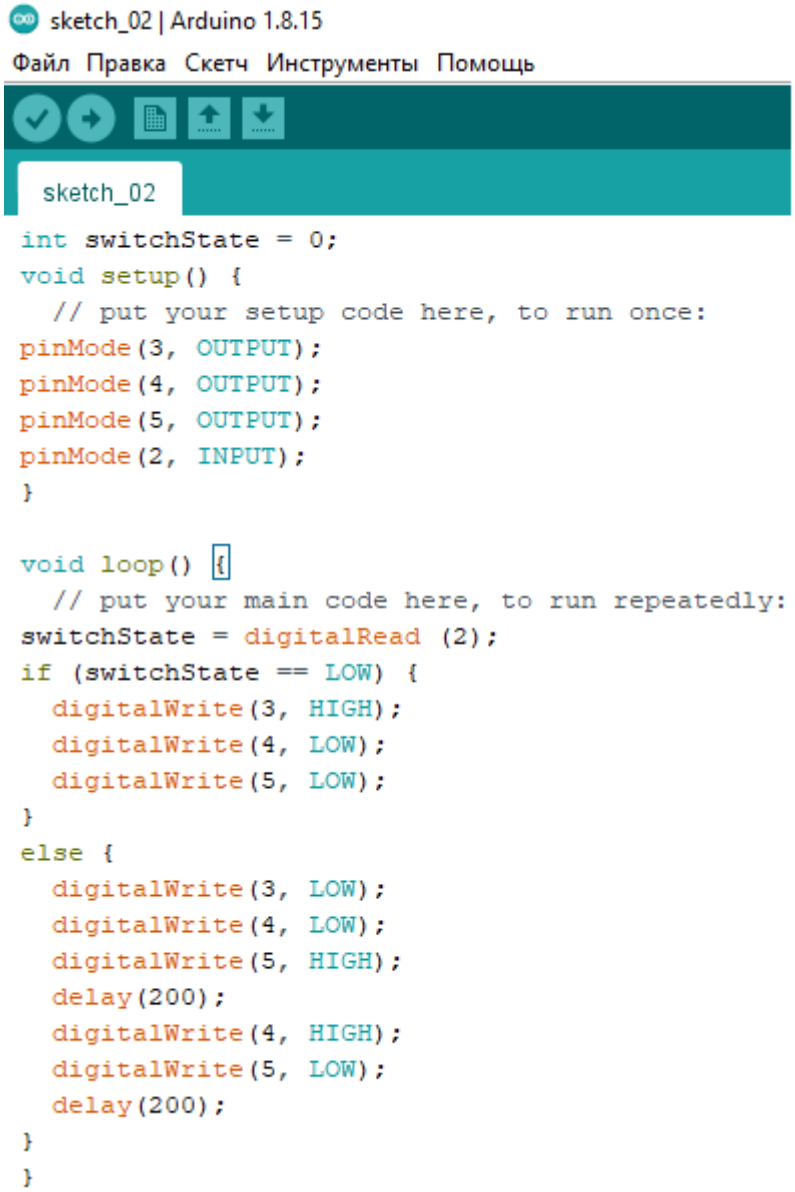
După ce am setat LED-urile într-o anumită stare, vom dori ca Arduino să se întrerupă pe un moment, înainte de a le schimba înapoi. Dacă nu facem schimbări în cod (nu dorim să așteptăm), luminile se vor aprinde și se vor stinge atât de repede încât ochiul nostru va sesiza numai niște lumini puțin slabe, dar nu aprinse și oprite. Acest lucru se datorează faptului că Arduino trece prin **loop()** de mii de ori în fiecare secundă, iar LED-ul va fi aprins și oprit mai repede decât putem percepe. Funcția **delay()** ne permite să oprim Arduino de la executarea unei comenzi pentru o perioadă de timp. Funcția **delay()** ia un argument care determină numărul de milisecunde înainte de a executa următorul set de cod. Se cunoaște că o secundă conține 1000 de milisecunde. Prin urmare, dacă scriem **delay(250)**, atunci vom avea o întârziere de un sfert de secundă, adică pentru a se executa următorul set de cod va trebui să așteptăm un sfert de secundă. Codul va arăta astfel:

```
21  delay(250);    // așteptăm un sfert de secundă
22  // comutăm LED-urile
23  digitalWrite(4, HIGH);
24  digitalWrite(5, LOW);
25  delay(250);    // așteptăm un sfert de secundă
26  }
27  } // revenim la începutul buclei (loop)
```

Dacă rulăm acum programul, atunci LED-urile roşii vor clipi când butonul va fi apăsat.

Odată ce Arduino este programat, ar trebui să vedem lumina verde aprinsă. Când apăsăm comutatorul, luminile roşii vor începe să clipească, iar lumina verde se va stinge. Încercăm să modificăm timpul celor două funcţii **delay()** şi realizăm observări ce se întâmplă cu luminile şi cum se schimbă răspunsul sistemului în funcţie de viteza intermitentă. Când apelăm **delay()** (întârziere) în programul nostru, acesta opreşte toate celelalte funcţionalităţi. Nici o citire a senzorului nu va avea loc până când nu va trece perioada respectivă. Deşi întârzierile sunt deseori utile, se recomandă ca atunci când vom crea propriile proiecte să ne asigurăm dacă acestea nu interferează inutil cu interfaţa noastră.

Sketch-ul Arduino integral este prezentat în figura 4.




```
int switchState = 0;
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
pinMode(3, OUTPUT);
pinMode(4, OUTPUT);
pinMode(5, OUTPUT);
pinMode(2, INPUT);
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
switchState = digitalRead (2);
if (switchState == LOW) {
  digitalWrite(3, HIGH);
  digitalWrite(4, LOW);
  digitalWrite(5, LOW);
}
else {
  digitalWrite(3, LOW);
  digitalWrite(4, LOW);
  digitalWrite(5, HIGH);
  delay(200);
  digitalWrite(4, HIGH);
  digitalWrite(5, LOW);
  delay(200);
}
}
```

Figura 4. Sketch-ul Arduino integral

În continuare pot fi realizate activităţi care pot răspunde la întrebările:

– Cum am face ca LED-urile roşii să clipească când începe programul ?

– Cum am putea face o interfață mai mare sau mai complexă pentru proiectul nostru cu LED-uri și comutatoare ?

Se recomandă să luăm în considerație așteptările studenților/cursanților, atunci când începem să creăm o interfață pentru proiectul dorit:

– Când vor apăsa un buton, vor dori feedback imediat sau nu ?
– Ar trebui să existe o întârziere între acțiunea lor și ceea ce face Arduino ? Încercați și plasați-vă în locul altui utilizator în timp ce proiectați și vedeți dacă așteptările cadrului didactic se potrivesc cu realitatea proiectului creat.

3. Recapitularea comenzilor utilizate

Constante utilizate sunt patru:

– **HIGH** (5V sau 1);
– **LOW** (0V sau 0);
– **INPUT** (INTRARE);
– **OUTPUT** (IEȘIRE).

Variabile utilizate sunt două:

– Pinii digitali Arduino pot citi doar două stări, atunci când există tensiune pe un pin de intrare și când nu există. Din aceste considerente ei pot fi considerați, în sens matematic, ca variabile ce pot lua două valori: **HIGH** și **LOW**;
– **int switchState** poate lua numai valori întregi **HIGH** (sau 1) și **LOW** (sau zero). În informatică însuși **int** poartă numele *tip de date*.

Funcții utilizate sunt șase:

– **digitalWrite()** ne permite să trimitem 5V sau 0V la un pin de ieșire; este o funcție de două variabile, pe care în sens matematic le putem nota cu *x* și *y*; *x* indică ce pin controlăm (2 – 13), iar *y* – ce tensiune putem trimite acelui pin: 5V (**HIGH**) sau 0V (**LOW**); domeniul de definiție al funcției **digitalWrite()** conține 24 de elemente, iar domeniul valorilor admisibile conține numai două elemente: 5V (**HIGH** sau ”există tensiune”) și 0V (**LOW** sau ”nu există tensiune”);
– **pinMode()** ne permite să configurăm pinii digitali ca intrări sau ieșiri; este o funcție de două variabile pe care simbolic le notăm cu *x* și *y*; *x* indică numărul pinului digital (2 – 13), iar *y* indică starea lui (INPUT sau OUTPUT); domeniul de definiție al funcției **pinMode()** conține 24 de elemente, iar domeniul valorilor admisibile va conține numai două elemente: INPUT (INTRARE) și OUTPUT (IEȘIRE);
– **digitalRead()** ne permite să verificăm nivelul tensiunii la un pin de intrare; este o funcție de o singură variabilă (numărul pinului); domeniul de definiție al funcției **digitalRead()** conține 12 elemente; domeniul valorilor admisibile conține două elemente: ”există tensiune”, ”nu există tensiune”;

- **delay()** ne permite să oprim executarea unei comenzi pentru o perioadă de timp (măsurat în milisecunde); este o funcție de o singură variabilă; domeniul de definiție cât și domeniul valorilor admisibile reprezintă mulțimea numerelor naturale (evident mărginită superior); este o funcție bijectivă;
- **setup()** este o funcție de mai multe variabile. În informatică poartă denumirea de *operator*.
- **loop()** este o funcție de mai multe variabile (este o buclă); în programare, putem folosi o instrucțiune specială care repetă o parte din cod; spunem că această construcție este o buclă și că programul efectuează un ciclu repetitiv. În informatică poartă denumirea de *operator*.

Concluzii

În rezultatul unor asemenea activități pot fi rezolvate următoarele probleme:

- formarea competențelor tineretului studios în domeniul STEAM;
- mărirea interesului față de științele exacte, mai ales față de fizică, informatică și matematică;
- diminuarea costului ridicat al utilajelor care este folosit în învățământul STEAM;
- posibilitatea susținerii financiare a unui asemenea învățământ de către stat;
- diminuarea abandonării de către tineret a specialităților aferente disciplinelor fizica, informatica și matematica.

Acest articol a fost elaborat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)”, Programul „Program de stat” (2020- 2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20.

BIBLIOGRAFIE

1. „Arduino - Introduction”. arduino.cc.
2. „How many Arduinos are "in the wild?" About 300,000”. Adafruit Industries. 15 mai 2011.
3. „Arduino FAQ – With David Cuartielles”. Malmö University. 5 aprilie 2013.

CZU: 371.314.6:37.016

ORGANIZAREA ACTIVITĂȚILOR STEAM IN CADRUL LABORATORULUI EUROPEAN SCHOOLNET FUTURE CLASSROOM

Andrei BRAICOV, dr., conf. univ.
Tatiana VEVERIȚA, dr., lector univ.
Universitatea de Stat din Tiraspol, Republica Moldova

Rezumat: În acest articol este descrisă o modalitate de valorificare a Laboratorului european Schoolnet Future Classroom pentru organizarea și realizarea activităților STEAM, aplicând Instruirea în bază de proiect. Este prezentat un exemplu de proiect STEAM în care se pune problema programării zborurilor dronei după traiectorii de figuri geometrice plane.

Abstract: This article describes how to use the European Schoolnet Future Classroom Laboratory for organizing and carrying out STEAM activities, applying Project-Based Learning.
An example of a STEAM project is presented in which the problem of scheduling drone flights according to the trajectories of plane geometric figures is raised.

Cuvinte-cheie: Laboratorului european Schoolnet Future Classroom, Instruirea în bază de proiect, educația STEAM.

Keywords: European Schoolnet Future Classroom Laboratory, Project-Based Learning, STEAM education.

Complexitatea societății contemporane, flexibilitatea și caracterul radical al schimbărilor presupun un grad înalt de adaptare și integrare al individului la mediul în care trăiește. Gândirea critică, capacitatea de a rezolva probleme, creativitatea și abilitatea de a munci în echipă sunt caracteristici esențiale apreciate înalt de angajatori.

Sistemul educațional s-a îmbunătățit substanțial. O serie de abordări educaționale au fost aplicate cu succes la nivel mondial. Conceptul STEAM este una dintre cele mai reușite idei focusate pe valorificarea științelor exacte și ale naturii, inclusiv pentru promovarea artei și a creativității.

Predarea după conceptul STEAM cuprinde cinci domenii: știință, tehnologie, inginerie, artă și matematică. Elevii trebuie pregătiți astfel încât ei să aibă cunoștințele și competențele necesare pentru a se integra ușor pe piața muncii. Cu acest scop este binevenită abordarea interdisciplinară și aplicată, educația integrată, care ignoră limitele învățării și permite elevilor să-ți creeze o viziune holistică asupra lumii. Tocmai de aceea, STEAM este soluția perfectă pentru a forma elevul într-un astfel de mod.

Educația STEAM este constructivistă, centrată pe elev, care răspunde noilor provocări.

Cercetătorii sugerează că pentru a promova explorarea tehnologiei, pentru a practica învățarea profundă și pentru a consolida efectul STEAM ar trebui utilizată învățarea activă.

STEAM își propune utilizarea metodelor de predare-învățare axate pe explorare, investigare și cercetare, precum Instruirea în bază de Probleme, Instruirea în bază de Proiect, Instruirea prin Investigare.

Ultima este strâns legată de Instruirea în bază de Proiect, deoarece în realizarea proiectelor elevii trebuie să caute informații și să efectueze cercetări.

Instruirea în bază de Proiect crește interesul elevilor pentru subiectele STEAM și implică elevii în rezolvarea problemelor reale. Folosirea acestui model de instruire îmbunătățește motivația și rezultatele învățării. Rezolvarea problemelor este o competență importantă, astfel încât implementarea acestei metode trebuie încurajată la toate treptele de școlaritate.

Instruirea în bază de Proiect crește interacțiunea dintre elevi și contribuie la o mai bună înțelegere a conceptele examinate.

Studierea științelor exacte și ale naturii implică realizarea experimentelor, a activităților practice care pot valida sau infirma anumite ipoteze. Pentru a-i face pe elevi să devină mai interesați de aceste domenii este important să-i încurajăm să se implice în astfel de activități, în investigații independente, menită să-i ajute să descopere frumusețea cercetărilor.

Laboratorul european Schoolnet Future Classroom (FCL) reprezintă o bună oportunitate în acest sens. El oferă elevilor un spațiu de învățare flexibilă, divizat în câteva zone, potrivite pentru realizarea activităților de cercetare în funcție de etapa la care s-a avansat.

Astfel, spațiul Laboratorului european Schoolnet Future Classroom (FCL) este format din șase zone de învățare: *Explorează, Creează, Prezintă, Interacționează, Comunică și Dezvoltă.* Ele sunt în strânsă legătură cu educația STEAM.

A. Zona de învățare „Explorează". În această zonă elevii sunt încurajați să participe în mod intens în procesul de învățare prin aplicarea metodelor active, precum Învățarea bazată pe problemă, Învățarea bazată pe Proiect, Învățarea prin Investigare, care îi implică în activitățile de cercetare. În timp ce elevii lucrează pentru a rezolva o problemă se conturează nevoia de cercetare. Pe lângă căutările pe Internet, ei citesc cărți, ziare, reviste pentru a obține informații detaliate, fapt ce încurajează învățarea profundă. Mobilierul flexibil al acestei zone oferă posibilitatea de reproiectare a spațiilor fizice astfel încât elevii să poată: lucra în grup, realiza experimente, colabora cu colegii și lucra individual. Fiind implicați în învățarea activă ei pun întrebări care provoacă gândirea, descoperă răspunsuri creative și aplică ceea ce au învățat.

B. Zona de învățare „Creează". Scopul acestei zone este implicarea elevilor în procesul de creație care presupune analiza datelor colectate în zona de explorare, interpretarea și evaluarea datelor. Lucrând în grup la soluționarea unor probleme din viața reală elevii sunt implicați în activități de construire a noilor cunoștințe. Planificând, proiectând, dezvoltând produse, soluționând probleme reunește în sine creativitatea care este una dintre abilitățile necesare secolului 21 și una necesară educației STEAM. Totodată, proiectele desenate în zona de Creație pot fi asociate cu componenta de artă a conceptului STEAM.

C. Zona de învățare „Prezintă". Laboratorul FCL oferă o serie de instrumente și resurse necesare pentru a prezenta, comunica și a obține feedback despre produsul realizat. Prezentarea și distribuirea muncii elevilor este un aspect important în dezvoltarea abilităților comunicative ale elevilor.

D. Zona de învățare „Dezvoltă”. Aceasta este zona care susține învățarea non formală și spațiul destinat auto-reflecției. În această zonă, elevii pot lucra independent în ritmul lor propriu. Concentrându-se pe propriile interese, în afara aranjamentelor formale, acest spațiu le oferă elevilor modalități de consolidare a învățării auto-dirijate care le dezvoltă auto-reflecția și abilitățile metacognitive. Deși munca în echipă și colaborarea sunt importante în proiectele STEAM, elevii nu trebuie să lucreze în mod constant cu un grup în desfășurarea proiectului. Ei pot lucra singuri, în ritmul lor propriu pot contribui la anumite părți ale proiectului și apoi să împărtășească concluziile lor cu colegii de grup. În timpul acestor activități, învățarea elevilor este susținută de învățarea non-formală.

E. Zona de învățare „Comunică”. Colaborarea cu colegii din celelalte zone de învățare a unui laborator FCL este esențială atât pentru elevi, cât și pentru profesori. Munca în echipă se desfășoară pe tot parcursul activităților de cercetare, de producție și de prezentare. Sentimentul de apartenență la un grup, împărțirea responsabilităților și procesul decizional determină calitatea cooperării. Într-un laborator FCL colaborarea nu se limitează numai la comunicarea față în față. Instrumentele TIC accesibile laboratorului FCL ajută la crearea unor modalități comunicare și colaborare, atât sincron, cât și asincron.

Educația STEAM susține lucrul în colaborare. Așa cum laboratorul FCL oferă un mediu oportun pentru colaborarea elevilor, în proiectele STEAM aceste zone pot fi utilizate ca spații creative de proiectare pentru profesori de diferite discipline pentru a colabora și dezvolta proiecte integrate.

F. Zona de învățare „Interacționează”. Laboratorul FCL susține modul în care profesorii pot utiliza tehnologiile informaționale și comunicaționale pentru a crește implicarea și interacțiunea elevilor în spațiile flexibile de învățare. În aceste spații, profesorii folosesc tehnologia pentru a spori implicarea și interacțiunea elevilor. Soluțiile variază de la dispozitive individuale, cum ar fi tablete și smartphone-uri, la tablele interactive, seturi de roboți, drone educaționale, printere, scanere 3D și conținuturi interactive de învățare. Zona de interacțiune implică participarea activă atât a elevilor, cât și a profesorilor.

Tehnologiile laboratorului FCL poate fi asociată componentei *Tehnologie* a conceptului STEAM. Fiind una din componentele de bază ale conceptului ea poate fi utilizată în toate treptele de învățare: de la treapta preșcolară până la învățământul universitar. Activitățile bazate pe tehnologii pot fi folosite și pentru a facilita învățarea în clasă. Piesele simple, senzorii, seturile de roboți, dronele, imprimantele 3D sunt instrumente potrivite pentru a experimenta tehnologia în proiectele inter/trans disciplinare.

● Organizarea activităților STEAM în cadrul Laboratorului FCL

Vom explicita modalitatea de organizare și realizare a unei activități STEAM în cadrul Laboratorului FCL printr-un exemplu care implică Instruirea în bază de proiect (IBPj).

În figura 1 sunt prezentate etapele de organizare a IBPj.

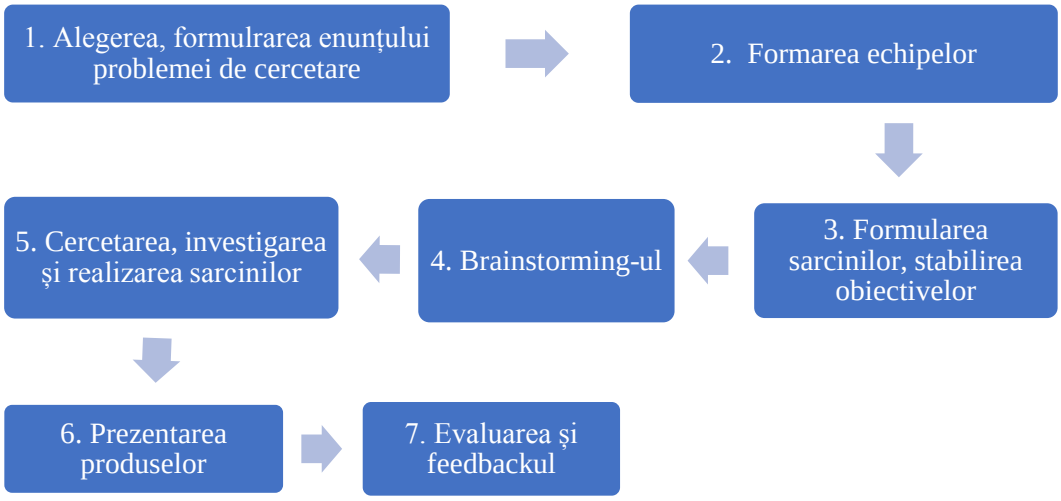


Figura 1. Etapele de organizare-realizare a IBPj

Problema de cercetare:

I. Cu ocazia Zilei Științei se intenționează prezentarea unei demonstrații de drone. Trebuie de programat câteva drone pentru ca acestea să modeleze în aer traiectorii de forma unor figuri geometrice:

a) pătrat;
b) triunghi;
c) paralelogram etc.

II. Trebuie de verificat ca traiectoriile descrise de dronă să nu intersecteze anumite puncte din spațiu. Coordonatele *x*, *y* și *z* ale acestor puncte sunt cunoscute.

Etapa	Activitățile	Zona de învățare
1. Alegerea, formularea enunțului problemei de cercetare:	Profesorul precizează: - Domeniile problemei de cercetare: Matematică, Informatică, Fizică. - Problema: Necesitatea programării dronei care trebuie să descrie traiectorii de forma unor figuri geometrice și să nu atingă câteva puncte date. - Obiectivele de învățare care trebuie atinse: ✓ reprezentarea grafică a punctelor și liniilor în spațiu; ✓ cunoașterea și aplicarea ecuațiilor dreptei; ✓ programarea vizuală a algoritmilor cu structură liniară și ciclică; ✓ lansarea dronei care va zbura după programul creat. - Limita de timp: 2 săptămâni. - Produs final: livrabil format din: ✓ grafice (traiectoriile de zbor ale dronei); ✓ programe care descriu zborul dronei; ✓ demonstrația zborurilor dronei. - Auditoriul care va aprecia produsul final: profesorul, managerii instituției, profesorii de matematică, informatică, fizică, elevii (colegii și cei din alte clase) etc.	**Prezintă**

	- Criteriile de evaluare a produsului: funcționalitate și exactitate. - Resurse necesare: drone, tablete digitale, laptopuri/calculatoare. - Riscuri: funcționalitate redusă, programe greșite. - Soluții pentru diminuarea riscurilor: consultarea continua a profesorului, monitorizarea continua de către profesor. - Criteriile de evaluare a activității elevilor: 25 % ponderea lucrului individual (sarcini – 10 %, respectarea termenilor – 5 %, comunicarea – 5 %, prezentarea – 5 %); 75 % ponderea lucrului în grup (respectarea termenilor – 15 %, produsul final – 50 %, raport final – 10 %).	
2. Formarea echipelor	Profesorul formează echipe de 4 – 5 elevi. Desemnează împreună cu elevii un lider de grup. Identifică și încurajează elevii timizi.	**Comunică**
3. Formularea sarcinilor, stabilirea obiectivelor	Profesorul: - descrie problema de cercetare (a se vedea enunțul de mai sus), formulează și explicitează sarcinile; - explică criteriile de evaluare a produsului final: ✓ funcționalitate – 40 %; ✓ exactitate – 30 %; ✓ diversitate de traiectorii: 30 %. - stabilește/convine calendarul întrunirilor (sau sesiunilor sincrone) intermediare. - redactează planul de lucru al echipei. Elevii: - elaborează planul de lucru al echipei. - stabilesc-convin calendarul întrunirilor (sau sesiunilor sincrone) intermediare.	**Prezintă** **Comunică**
4. Brain-storming-ul	Profesorul: - sugerează căi de cercetare a modalităților de soluționare a sarcinilor; - distribuie echilibrat rolurile în cadrul echipelor; - expertizează ideile, selectându-le pe cele care sunt conforme obiectivelor de învățare. Elevii: - își asumă roluri; - propun idei de cercetare; - identifică resursele necesare (conținuturi, instrumente). Este utilă realizarea evidenței într-o agendă (jurnal de bord).	**Explorea-ză**
5. Cercetarea, investigarea și realizarea sarcinilor	Profesorul: - sugerează resurse și conținuturi de învățare ([1 – 3]); - verifică autenticitatea, credibilitatea resurselor de învățare propuse de elevi. *Rezolvarea problemei* (traiectoria descrisă de dronă nu trebuie să intersecteze anumite puncte din spațiu) necesită cunoașterea ecuației dreptei în spațiu:	**Interacțio-nează**

	$$\frac{x-x_1}{x_2-x_1}=\frac{y-y_1}{y_2-y_1}=\frac{z-z_1}{z_2-z_1},$$ unde $A(x_1, y_1, z_1)$ și $B(x_2, y_2, z_2)$ sunt punctele care determină această dreaptă. Astfel, segmentul AB (parte a eventualei traiectorii) va atinge (mai exact va conține) punctul $P(a, b, c)$ dacă vor avea loc relațiile: $$\frac{a-x_1}{x_2-x_1}=\frac{b-y_1}{y_2-y_1}=\frac{c-z_1}{z_2-z_1},$$ $$d(P, A) + d(P, B) = d(A, B),$$ unde $d(X, Y)$ este distanța dintre punctele X și Y. Evident, o traiectorie poate fi descrisă și programată vizual (cu Scratch) în câteva moduri. De exemplu, un zborul pe o traectorie-pătrat cu latura de 8 m (echivalent 800 cm) poate fi descris și programat astfel (fie că drona se află la 90 cm de suprafața de pornire): ✓ indicând coordonatele vârfurilor sale (0 ; 0 ; 90), (800; 0; 90), (0; 800; 90) și (800; 800; 90); <u>Program Scrath</u>: GoXYZ 0 cm 0 cm 90 cm GoXYZ 800 cm 0 cm 90 cm GoXYZ 0 cm 800 cm 90 cm GoXYZ 800 cm 800 cm 90 cm Land ✓ aplicând translația paralelă și rotația (comenzi de deplasare și girație *yaw*), adică de 4 ori (fig. 1): deplasând drona la distanța de 8 m (realizând o girație *yaw* de 800) și o rotașie cu 90°. ✓ realizând zboruri de forma *înainte* ➔ *stânga* ➔ *înapoi* ➔ *dreapta.* <u>Program Scrath</u>: Forward 800 cm Left 800 cm Back 800 cm Right 800 cm Land Elevii: - cercetează modalități de soluționare a problemei investigate și realizează sarcinile propuse (individual sau în grup) conform planului de lucru; - liderul echipei evaluează mersul lucrului în echipă; - studiază resursele de învățare identificate de ei însuși, dar și cele recomandate de profesor. Este utilă realizarea evidenței într-o agendă (jurnal de bord).	**Explorează** **Dezvoltă**

6. Prezentarea produselor	Profesorul asistat de managerii instituției, profesorii de matematică, informatică, fizică, elevii (colegi și cei din alte clase): - creează mediul pentru implicarea și exprimarea tuturor membrilor echipei; - propune adaptări, ajustări. - identifică carențele, perspective de aplicare a produselor. Elevii: - pregătesc drona pentru zbor: ✓ verifică acumulatorul; ✓ sincronizează tableta digitală cu drona; - prezintă public: ✓ graficele-traiectoriile de zbor ale dronei; ✓ programele care descriu zborul dronei; ✓ demonstrația zborurilor dronei; - explică care instrumente și metode de rezolvare au fost utilizate.	**Prezintă**
7. Analizarea produselor finale. Oferirea de feedback	Profesorul și auditoriul: - apreciază calitatea produsului final, dar și a raportului echipei. Elevii: - își autoevaluează activitatea proprie (individuală și în cadrul echipei); - participă la evaluarea activităților lor apreciind: ✓ avantajele personale și de grup; ✓ contribuția personală (ce nu s-ar fi reușit fără mine…); ✓ contribuția echipe pentru mine (ce n-aș fi reuși fără echipă…); ✓ funcționalitatea echipei; ✓ gestionarea optimă a timpului; ✓ învățarea necesară pentru realizarea proiectului; atitudinile formate etc.	**Comunică**

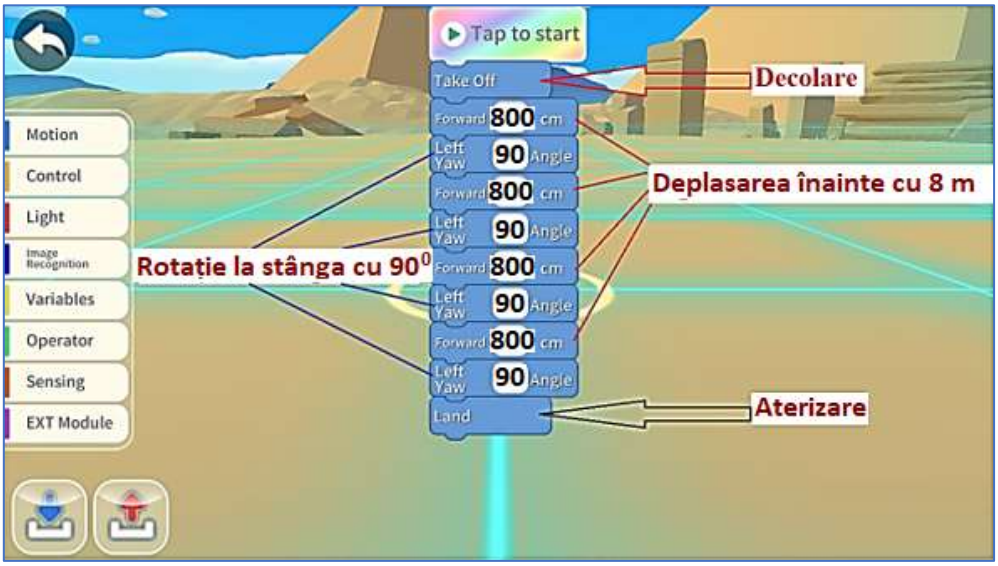


Figura 1. Cod Scratch pentru o traiectorie de zbor a dronei de forma unui pătrat cu latura de 8 m

Concluzii

Laboratorul European Schoolnet Future Classroom poate fi valorificat ca un spațiu eficient de organizare și realizare a activităților STEAM.

Instruirea în bază de proiect se pliază perfect pe activitățile STEAM și oferă bune oportunități de creștere a motivației și rezultatelor învățării, dar aceste efecte vor avea loc în condițiile în care profesorul ajustează proiectele la obiectivele educaționale ale disciplinelor domeniilor necesare pentru soluționarea problemele de cercetare formulate în cadrul acestor proiecte.

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)", inclus în „Program de stat" (2020-2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20, cu suportul financiar oferit de Agenția Națională pentru Dezvoltare și Cercetare

Bibliografie

1. BRAICOV, Andrei. A non-standard method of solving computational geometry problems. In: *Acta et Commentationes. Științe ale educației*, 2019. nr. 4(18). Chișinău: UST. ISSN 1857-0623, E-ISSN 2587-3636, p. 96 – 103.
2. CALMUȚCHI, Laurențiu; AFANAS, Dorin; CIOBAN, Mitrofan. *Geometrie analitică în spațiu*. Chișinău: UST, 2014. ISBN 978-9975-76-118-5, 210 p.
3. AFANAS, Dorin; NIȚICA, Ludmila. Utilizarea metodei coordonatelor și a transformărilor geometrice la planificarea traiectoriilor vehiculelor aeriene fără pilot. In: *Materialele conferinței republicane a cadrelor didactice. Vol. 1. Didactica științelor exacte*. Chișinău, Republica Moldova 27-28 februarie. UST. ISBN 978-9975-76-324-0, pp. 93 - 100, 2021
4. BRAICOV, Andrei; VEVERIȚA, Tatiana. Implementarea conceptului Instruirea în bază de proiect în predarea unor cursuri de Informatică. In: *Acta et commentationes. Ştiinţe ale Educaţiei*, Nr. 2 (24), Categoria B, 2021, ISSN 1857-0623 / e-ISSN 2587-3636, p. 30 – 41 https://doi.org/10.36120/ 2587-3636.v24i2.30-41.

CZU: 371.3:004.9-028.25

ENHANCING PRINT MEDIA IN E-LEARNING BY USING AUGMENTED REALITY

Olesea CAFTANATOV, junior researcher
Vladimir Andrunachievici Institute of Mathematics and Computer Science

Abstract. With emerging tech like augmented reality, the interaction between print and digital media have been possible. In this paper, we explore augmented reality techniques and their implementation in educational field. Moreover, we augmented this article as an example of enhancement of visual learning process. We created an AR application that add another dimension to previously 2D articles, in such way it is possible to provide not only interactive experiences but also giving new ways of comprehending the knowledge.

Rezumat. Cu tehnologia emergentă, cum ar fi realitatea augmentată, interacțiunea dintre presa scrisă și cea digitală sunt posibile. În această lucrare, explorăm tehnicile de realitate augmentată și implementarea lor în domeniul educațional. Mai mult, am augmentat acest articol, ca exemplu de îmbunătățire a procesului de învățare vizuală. Am creat o aplicație de RA care adaugă o altă dimensiune articolelor 2D anterioare, astfel fiind posibilă furnizarea nu doar de experiențe interactive, ci și oferirea de noi modalități de înțelegere a cunoștințelor.

Key words: augmented reality, intelligent AR interfaces, print media, e-learning.
Cuvinte cheie: realitate augmentată, interfețe inteligente de RA, media tipărită, e-learning.

1. Introduction

With emerging tech like augmented reality (AR), E-learning can leverage a new way to connect with students. AR has the potential to revolutionize education as a whole in the next few years. By creating contents that will be exciting to learners, developing learning environments with unforgettable experiences, sure will get students engaged in learning process, because when physical and digital worlds collide, it changes everything. Literally, AR is changing the way we see the world. In order to get a good idea of where AR tech is headed, have to look back on where it is been. For this purpose, we studied the history and evolution of AR and the result of our study we compiled and presented in section 2. Augmented reality made a leap into public spaces a few decades ago, but the real explosion of AR is in recent years, because of the processing power in today's smart devices. Thus, appeared various approaches of developing and implementing AR. In section 3, we described the methodology of creating augmented article based on PIP Framework [1]. Moreover, we presented few examples of how we created our app in Unity, Vuforia environments. In the last section, we presented some of our idea and our future works.

2. Emergence of Augmented reality

Over the last 50 years, AR technology has reshaped the way we interact with the real world. Augmented reality is the technology that expands our physical world, adding layers of digital information on it. AR is often mistaken for virtual reality (VR). While they do share pieces of development history, the two are not the same. Unlike VR, augmented reality does not create the completely artificial environments to replace real world with virtual one, it blends technology with the real world. It appears in direct view of an existing environment

and adds multimedia elements to it, such as: video, sounds, graphics etc. AR leaves a little to science and a lot to the imagination.

According to [1] augmented reality is not a specific device or program; it is a type of human-computer interaction, that occurs through a combination of technologies that superimpose computer-generated content over a real-world environment. Augmented reality tech was invented in 1968, with Ivan Sutherland's development of the first head-mounted display system called "The Sword of Damocles", see Figure 1[1] - year 1968. However, researcher Thomas Caudell coined the term "augmented reality" in 1990 [2].

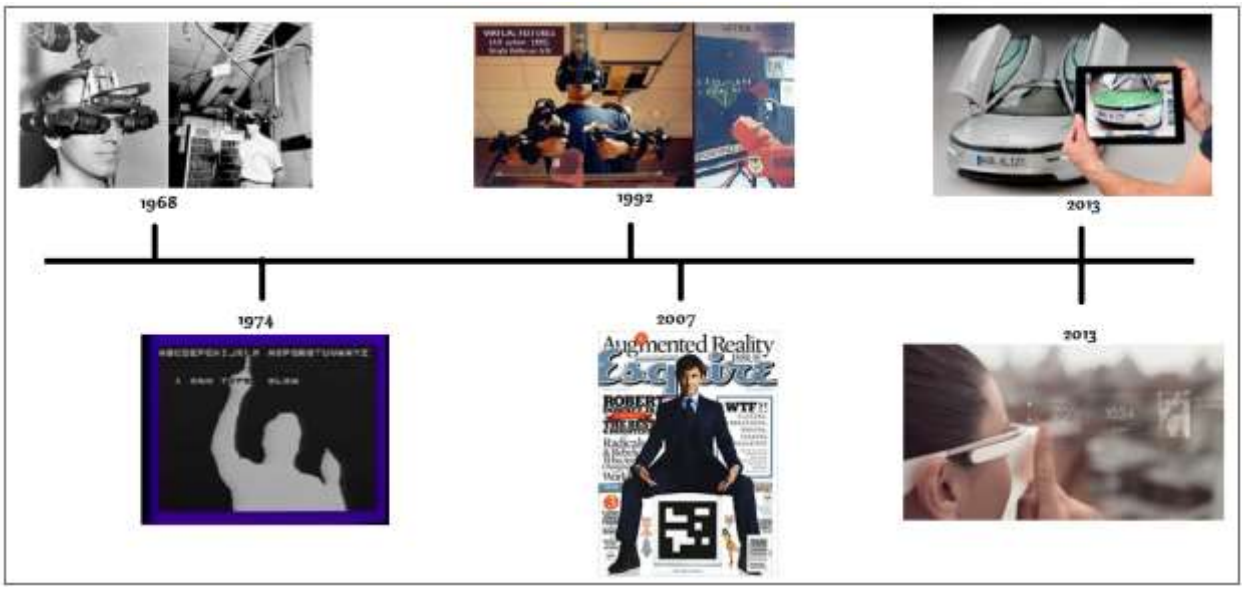


Figure 1. (1968) Ivan Sutherland and the first head-mounted display system called "The Sword of Damocles"; (1974) Myron Kruger's Videoplace; (1992) Louis Rosenberg testing Virtual Fixtures; (2007) Esquire Magazine, AR issue, December 2009; (2013-upper marker) Volkswagen's MARTA application; (2013-lower marker) Google Glass – a brand of smart glasses

Note[1]: In our article each figure are more than typically normal figure, it represent a marker, an anchor for our AR application. Therefore, when we make a reference to any Figure, we make reference to the animation that it triggers.

In 1974, Myron Kruger, a computer researcher built a laboratory at the University of Connecticut called *"Videoplace*" and developed the first *"virtual reality"* interface, which allowed its users to manipulate and interact with virtual objects in real-time, see Figure 1 – year 1974.

In the early 1990s AR transitioned out of the lab. Louis Rosenberg developed the first fully functional augmented reality system called *"Virtual Fixtures"* in 1992, at the USAF Armstrong Labs. The system allowed military personnel to virtually control and guide machinery to perform tasks like training their US Air Force pilots on safer flying practice, see Figure 1 – year 1992.

One of big step of AR in being more popularized was when Hirokazu Kato developed an open-source software library called the ARToolKit, in 2000. This package helped other developers to build AR software programs. Taking in account that we become increasingly dependent on our mobile devices, more of AR software raised.

Surprisingly, in 2009, Esquire Magazine come up with idea to adapt augmented reality in print media in order to make pages to come alive. When readers scanned the cover, the AR equipped magazine featured Robert Downey Jr. speaking to readers, see Figure 1 – year 2009.

Another impressed adaptation of AR tech was Volkswagen's MARTA application, an acronym for Mobile Augmented Reality Technical Assistance, which assists technicians by visually walking them through the steps to be taken during a repair.

The MARTA app, outlines and labels parts overlaid on a real time images of the vehicle and provides helpful contextually relevant information like which tools are required for a specific step, see Figure 1 – year 2013 upper marker.

In addition, in 2013 Google unveiled its Glass devices, a pair of augmented reality glasses that provide some relevant information for its users by using visual, audio and location, based inputs, see Figure 1 – year 2013 lower marker. For instance, upon entering an airport, a user could automatically receive flight status information.

In the last ten years, the field of augmented reality has been recognized as one of the most promising areas of computer graphics. During this time, a variety of innovative applications has been developed, stressing the importance of augmented reality in everyday life. AR was built from the ground up and now is the perfect time for it to take off and soar to new heights.

3. Developing AR application for Print Media

In this section, we will describe the principle behind of our application that makes possible the interaction between print and digital media. In our research, we intent to add another dimension to previously 2D articles, in such way creating an augmented article that will provide not only interactive experiences but also giving new ways of comprehending the knowledge. We believe that for proceedings print and digital media does not have to be mutually exclusive, on the contrary, it should be an intertextuality between them.

As we already mentioned the current article has embedded with marker-based augmented reality. Thus, all images presented in this article were converted into markers (*also called targets*). For all our targets, we created a database on ***Vuforia Engine.*** Additionally, Vuforia Engine helps in analyzing the target's features by giving ratings from 0-5 stars, see Figure 2. Smartphone cameras harder recognize the target image with few features, than target image with five stars ratings. For testing purpose, we kept the target with zero value and added targets with two, three, and four value.

Figure 2. A - example of target with 0 rating; B – example of target with 5 rating

4. Intelligent AR interfaces

According to [1] an intelligent interface is one that learns about users and can adapt to serve them better through a minimally invasive presentation. We believe that augmented reality is part of the input/output side of an intelligent user interface, because any type of augmented reality firstly should recognize markers, objects, spaces; secondly it needs to respond wisely to users' intentions and lastly to overlay digital content on to the perceptive field of the user. In other words, an intelligent augmented reality interface requires the combination of detecting and tracking input with displaying output in meaningful way to support the user interaction with real-virtual world.

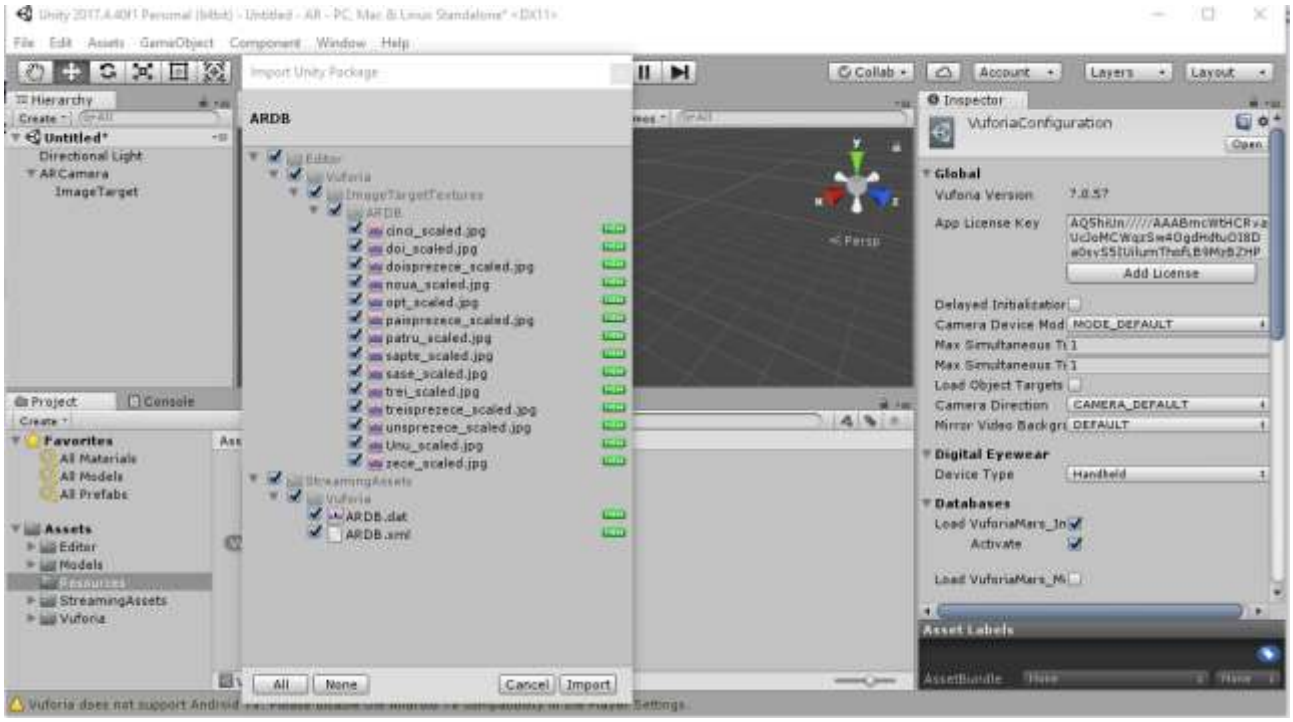


Figure 3. Vuforia configuration and imported ARBD package in Unity

Therefore, we created our AR application in Unity (version 2017.4.40f1) according PIP Framework (Pose-Interfaced-Presentation):

- ***Pose*** – stands for accurately tracking user's location and orientation in space in general;
- ***Interfaced*** – the program responds to a user's intention and actions in an intelligent way; and
- ***Presentation*** – displaying the added multimedia elements to an existing environment that affect the perceptive field of the user.

Regarding ***pose step***, we firstly generated App License Key app and added in *VuforiaConfigurations*, see right side of Figure 3. Secondly, we downloaded AR database from Vuforia Engline and imported into Unity app, see the left side of Figure 3.

Regarding ***interfaced step***, we created scenario and added targets to it, see Figure 4 zone 1. For each target, we configured the output display see Figure 4 zone 3. Next, we created 3D quad for each target and added multimedia component that were imported in Resources directory see Figure 4 zone 2.

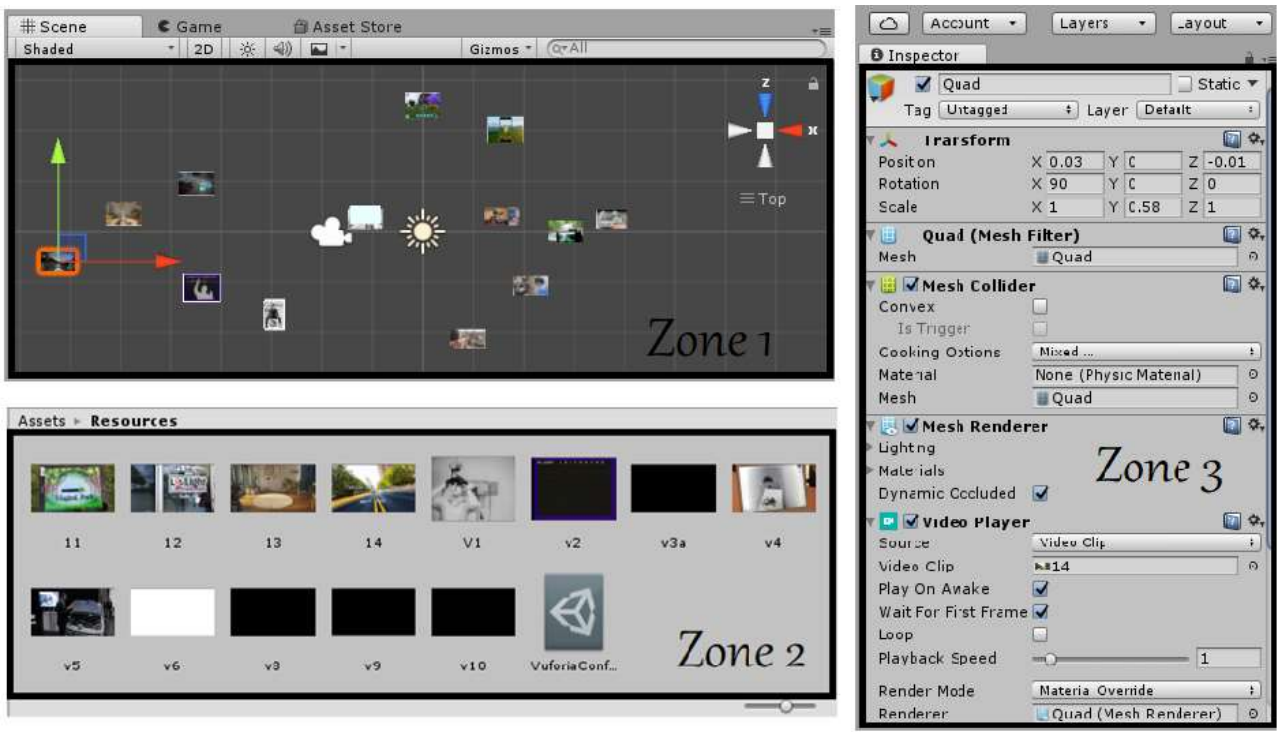


Figure 4. Zone 1 – Scene zone with triggers; Zone 2 – Imported multimedia resources; Zone 3 – target's configuration and trigger's components

Regarding ***presentation step***, we configured quad zone to be on top on target image with 45° rotation on X position, see Figure 5. In addition, we indicated to display simulations only one trigger. The digital content will be sticky to print so if we move paper the digital content will follow it. If printer will be moved out of smartphone's camera, the media will be put in pause zone. Thus, if print will be brought back, then digital content will continue from where it stopped.

Figure 5. Example of 3D quad configuration with display on 45º and 90º

Note: In Figure 5, we presented an example where the marker a saved on smartphones display and it is shown in real time to notebook's web camera.

5. Conclusion and Future works

The main purpose of our research was to design and create an augmented article, as demonstration of possibility of combining print with digital content. Another objective of this research is to explore the augmented reality and their contribution in educational field.

Reference

1. SCHAFER, Dov; KAUFMAN, David. *Augmented reality with intelligent interfaces.* Published on intechopen on June 27th, 2018. DOI: 10.5772/intechopen.75751. Link.
2. CAUDELL, Thomas; MIZELL, David. Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. In: *Conference: System Science, 1992. Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference*. Link.

CZU: 371.3:004

SOLUȚIONAREA DIFERENȚELOR DE PARADIGMĂ DINTRE MODELUL ORIENTAT PE OBIECTE ȘI MODELUL RELAȚIONAL PRIN INTERMEDIUL TEHNICII ORM

Olga CERBU, dr., conf.univ.
Universitatea de Stat din Moldova
Gabriel TUREȚCHI, student
Universitatea Tehnică a Moldovei

Rezumat. În cadrul acestei lucrări este abordată soluționarea diferențelor de paradigmă dintre modelul orientat pe obiecte (susținut de limbajele de programare de nivel înalt actuale) și modelul relațional (utilizat de cele mai populare sisteme de gestiune a bazelor de date). Soluționarea procesului automat de stocare a obiectelor într-o bază de date relațională folosind un framework ORM, constă în maparea obiectelor la tabelele corespunzătoare, asocierea dintre ele fiind descrisă folosind metadata. Pentru exemplificări sunt folosite limbajul Java și framework-ul ORM Hibernate, acesta beneficiind de o popularitate ridicată în rândul programatorilor.

Abstract. This article addresses the paradigm shifts between the object-oriented model (supported by current high-level programming languages) and the relational model (used by the most popular database management systems). Solving the automatic process of storing objects in a relational database using an ORM framework, consists in mapping the objects to the corresponding tables, the association between them being described using metadata. For example, the Java language and the Hibernate ORM framework are used, which enjoys a high popularity among programmers.

Cuvinte cheie: ORM, mapare, relație.
Keywords: ORM, mapping, relation.

Introducere

Object / Relational Mapping (ORM) este o tehnică de programare ce face posibilă accesarea și manipularea obiectelor fără ca programatorii să fie interesați de sursa de date de unde provin aceste obiecte. Această tehnică a apărut din nevoia de a depăși diferențele de paradigmă dintre modelul orientat pe obiecte (susținut de limbajele de programare de nivel înalt actuale) și modelul relațional (utilizat de cele mai populare sisteme de gestiune a bazelor de date). Limbajele de programare orientate pe obiecte reprezintă datele într-un graf interconectat de obiecte, pe când bazele de date relaționale folosesc un mod tabelar de reprezentare. Efortul de a conecta atributele claselor definite prin intermediul unui limbaj orientat pe obiecte cu câmpurile tabelelor din baza de date nu poate fi ignorat, iar scopul unui ORM este acela de a crea o relație naturală, transparentă, fiabilă și de durată între cele două modele. Această nepotrivire de paradigmă pare să nu își fi găsit încă o soluționare definitivă care să fie aprobată de toți programatorii din industria IT, însă opinia generală este aceea că framework-urile ORM reprezintă un important pas înainte.

Procesul automat de stocare a obiectelor într-o bază de date relațională folosind un framework ORM, constă în maparea obiectelor la tabelele corespunzătoare, asocierea dintre

ele fiind descrisă folosind metadata. Un framework ORM complet include următoarele funcționalități:

- un API pentru operațiile CRUD (create, retrive, update, delete) aferente claselor persistente;
- un limbaj pentru specificarea interogărilor adresând clasele persistente și atributele acestora;
- un mod care să faciliteze definirea metadata pentru mapările dintre obiect și tabelă;
- o abordare consistentă a tranzacțiilor, a metodelor de stocare a datelor ("caching") și a asocierilor dintre clase;
- tehnici de optimizare în funcție de natura aplicației [1].

Acest articol propune o discuție de ansamblu asupra deciziei de utilizare a framework-urilor ORM prin descrierea câtorva dintre cele mai importante provocări și prin menționarea argumentelor pro și contra în aceste cazuri. Pentru exemplificări sunt folosite limbajul Java și framework-ul ORM Hibernate, acesta beneficiind de o popularitate înaltă în rândul programatorilor.

Metode şi materiale aplicate

API-ul de JDBC ("Java Database Connectivity") oferă acces universal la date din limbajul Java și este compus din două pachete: java.sql și javax.sql. Soluțiile existente pentru stocarea datelor folosind JDBC API sunt restrânse, se poate aminti interfața javax.sql.rowset.CachedRowSet reprezentând un container de înregistrări pe care și le stochează în memorie. Se constituie totodată o componentă JavaBeans ce dispune de scrolling și posibilități de actualizare și serializare. Implementarea de bază acceptă preluarea de date dintr-un set de rezultate, dar poate fi extinsă pentru a obține date și din alte surse tabelare. Cu un astfel de obiect se poate lucra în modul deconectat de baza de date, fiind nevoie de o conexiune doar atunci când datele trebuie sincronizate.

- Pe baza JDBC API s-au dezvoltat și alte biblioteci care oferă mai multe soluții de stocare a datelor în memorie, astfel de exemple fiind:
- Extensia Oracle pentru JDBC - oferă o interfață și implementare pentru statement cache (stocarea statement-urilor care sunt folosite în mod repetat)
- Implementarea PostgreSQL pentru JDBC - oferă un wrapper de stocare a statement-urilor peste implementarea de bază a JDBC-ului.

Există și alte soluții de stocare în memorie oferite de părți terțe care pot fi integrate într-o aplicație care folosește direct JDBC API. Astfel de exemple sunt:

- Commons JCS
- Ehcache

Din punct de vedere al framework-urilor ORM, acestea completează discuția despre "a nu discuta cu baza de date" cu subiectul "a nu discuta cu API-ul JDBC" în cazul Java, în sensul de a face transparentă programatorului relația cu API-ul JDBC, și de a manipula

obiectele stocate în memorie doar la nivelul ORM-ului și al implementărilor sale pentru astfel de stocări.

Hibernate oferă un prim nivel de stocare ("first-level cache") care e asociat cu sesiunea și e folosit implicit; mai oferă un al doilea nivel ("second-level cache)" care e asociat cu fabrica de sesiuni și e opțional (Figura 1).

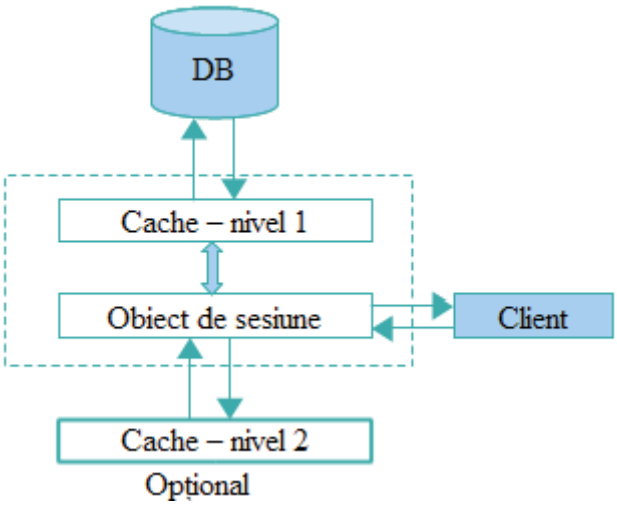


Figura 1. Nivelele unu și doi de stocare a datelor oferit de Hibernate

Primul nivel de stocare e folosit pentru a reduce numărul interogărilor pe baza de date la nivelul unei sesiuni [1]. Datele nu pot fi stocate în memorie și folosite de alte sesiuni în afara celeia care a adus datele inițial. Cel de-al doilea nivel de stocare este localizat la nivelul fabricii de sesiuni și este capabil de a depozita date din diferite sesiuni. Acest lucru înseamnă că toate obiectele de sesiune pot accesa aceleași date stocate. Hibernate suportă trei implementări "open source" pentru folosirea nivelului 2 de stocare. Acestea sunt:

- Ehcache
- OSCache
- JBoss TreeCache

Prin faptul că primul nivel de cache e folosit în mod implicit, Hibernate aduce deja un plus important în ceea ce privește performanța din punct de vedere al comunicării cu baza de date față de folosirea API-ul de JDBC. De asemenea, cel de-al doilea nivel de stocare, folosit în general pentru optimizarea aplicațiilor relativ bune din punct de vedere al performanței, duce la o creștere importantă a acesteia, iar programatorul are flexibilitatea de a alege implementarea care se potrivește cel mai bine contextului dat.

Rezultate obținute

În figurile de mai jos putem observa aplicarea ORM-ului Hibernate prin intermediul limbajului Java. Prin intermediul paradigmei POO a fost declarată o entitate “Files” cu atributele necesare (Figura 2).

```java
package cedacri.app.entity;

import javax.persistence.*;

@Entity
@Table(name = "files", schema = "vaadin", catalog = "")
public class FilesEntity {

    private long fileId;

    private String name;
    private String type;
    private double size;
    private String path;

    public FilesEntity(){}

    public FilesEntity(String name, String type, double size, String path){
        setName(name);
        setType(type);
        setSize(size);
        setPath(path);
    }

    @Id
    @Column(name = "file_id", nullable = false)
    @GeneratedValue(strategy = GenerationType.IDENTITY)
    public long getFileId() {
        return fileId;
    }
```

Figura 2. Entitatea „Files” reprezentată ca clasă

În fișierul XML (Figura 3) sunt mapate fiecare atribut a entității Files cu parametrii necesari pentru identificarea tipurilor de date care vor fi depistate de SQL.

```xml
<?xml version='1.0' encoding='utf-8'?>
<!DOCTYPE hibernate-mapping PUBLIC
    "-//Hibernate/Hibernate Mapping DTD 3.0//EN"
    "http://www.hibernate.org/dtd/hibernate-mapping-3.0.dtd">
<hibernate-mapping>

    <class name="cedacri.app.entity.FilesEntity" table="files" schema="vaadin">
        <id name="fileId">
            <column name="file_id" sql-type="bigint"/>
        </id>
        <property name="name">
            <column name="name" sql-type="varchar(225)" length="225"/>
        </property>
        <property name="type">
            <column name="type" sql-type="varchar(50)" length="50"/>
        </property>
        <property name="size">
            <column name="size" sql-type="float" precision="-1"/>
        </property>
        <property name="path">
            <column name="path" sql-type="varchar(512)" length="512"/>
        </property>
    </class>
</hibernate-mapping>
```

Figura 3. Entitatea „Files” mapată în XML

La executarea programului Java, Hibernate creează o conexiune la baza de date SQL și generează entitățile conform fișierului XML cu tipurile de date corespunzătoare (Fig. 4).

Figura 4. Entitatea „Files” reprezentată în SQL

Concluzii

Folosirea unui framework ORM și alegerea lui sunt decizii care trebuie luate în cunoștință de cauză și care depind de specificul proiectului. Dificultatea inițială în dezvoltarea unui cod bazat pe un framework ORM constă în curba de învățare a framework-ului respectiv, urmată fiind de dificultatea mapării datelor la coloanele tabelelor, o operație care trebuie făcută manual ținând cont și de modul în care aceste relații vor defini în final structura tabelelor și a coloanelor. Curba de învățare ar trebui (cel puțin teoretic) să fie răsplătită pe termen lung, mai ales în cazul proiectelor medii și mari. Odată înțeles mecanismul ORM, timpul de dezvoltare ar urma să scadă ducând la o productivitate îmbunătățită a programatorului.

Pentru a folosi eficient un framework ORM nu ajunge experiența dobândită într-un limbaj de programare orientat pe obiecte, e necesară cunoașterea modelului relațional și a limbajului SQL. Framework-urile ORM permit evitarea scrierii de cod repetitiv și creșterea productivității, însă doar prin cunoașterea detaliată a framework-ului folosit el poate fi întrebuințat în mod optim, iar cunoașterea limbajului SQL ajută programatorul în cazul problemelor importante de performanță. Scopul final este acela de a avea productivitate și performanță în managementul datelor persistente.

Bibliografie

1. Sourse: https://hibernate.org/orm/documentation/5.5/

CZU: 371.3:[51+004]

ASPECTE INTERDISCIPLINARE ÎN PROCESUL DE STUDIERE A METODELOR NUMERICE

Liubomir CHIRIAC, dr. hab., prof. univ.
Natalia BOBEICA, dr., conf. univ.
Catedra Informatică și Tehnologii Informaționale

Rezumat. În articolul respectiv sunt examinate unele aspecte interdisciplinare privind studierea Metodelor Numerice prin intermediul softului MAPLE. Este evidențiată relevanţa educaţiei STEAM în contextul revoluţiei tehnologiilor informaționale şi a noilor cerinţe faţă de educaţie. Sunt punctate conexiunile dintre instrumentele didactice şi implementarea noilor tehnologii informaţionale.

Abstract. This article examines some interdisciplinary aspects of studying Numerical Methods through MAPLE software. The relevance of STEAM education in the context of the information technology revolution and the new requirements for education is highlighted. The connections between teaching tools and the implementation of new information technologies are pointed out.

Cuvinte cheie: sistem software matematic, Metode Numerice, inter/transdisciplinaritate, concept STEAM.
Keywords: mathematical software system, Numerical Methods, inter / transdisciplinarity, STEAM concept.

1. De ce este necesar implementarea conceptului STEAM în studierea Metodelor Numerice?

STEAM este un curriculum bazat pe ideea de a educa tinerele generații în cinci discipline specifice – știință, tehnologie, inginerie, artă și matematică – într-o abordare multidisciplinară și aplicată. Acest concept se defineşte ca o nouă direcţie de dezvoltare a procesului de învăţământ, ca urmare a impactului TIC în procesul educaţional [1]. În continuare se vor evidenția cele mai importante beneficii ale educației STEAM.

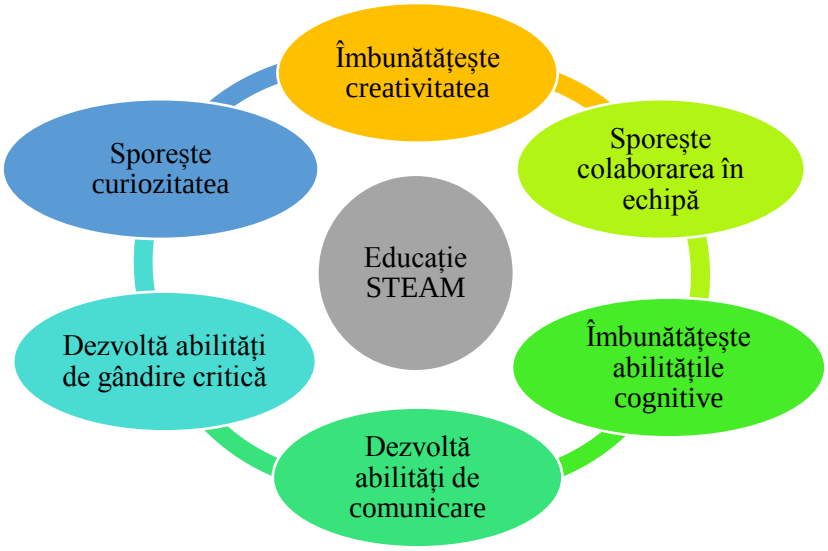


Figura 1. Beneficiile educației STEAM

În baza conceptului STEAM, predarea și învățarea științelor exacte urmează să devină mai atractivă. Conform principiilor acestui concept, abordarea ştiinţei, tehnologiei, ingineriei, artei și matematicii nu se face separat, ci integrat, multidisciplinar şi pe baza unor aplicaţii din lumea reală [3]. Kennedy şi Odell susțin că educaţia STEAM s-a dezvoltat într-o

„metadisciplină” și că se concentrează pe inovaţie şi pe folosirea instrumentelor şi a tehnologiilor actuale în procesul de proiectare a soluţiilor la probleme complexe [4]. Conceptul STEAM promovează ideea interdisciplinarităţii, ceea ce constituie un element definitoriu al progresului cunoaşterii. Interdisciplinaritatea apare ca o necesitate a depăşirii graniţelor între diferite domenii şi este definită ca o interacţiune existentă între două sau mai multe discipline. Implementarea interdisciplinară presupune transferul metodelor dintr-o disciplină în altă. Abordarea interdisciplinară porneşte de la ideea că nici o disciplină de învăţământ nu constituie un domeniu limitat şi se pot stabili legături între diverse discipline. Transdisciplinaritatea reprezintă gradul cel mai înalt de integrare, mergând adesea până la fuziune [5].

Metodele Numerice prin însăși esența lor integrează cunoștințe, procedee și tehnici din mai multe științe: analiza matematică, algebra, geometria, ecuații diferențiale, etc. Odată cu dezvoltarea vertiginoasă a tehnicii de calcul și informaticii, Metodele Numerice utilizează pe larg calculatoare de ultima genrație, limbajele de programare diverse softuri matematice care permit soluționarea unor probleme interdisplinare concrete ori din economia națională. În articolul respectiv vor fi aboradate unele aspecte interdisciplinare (concept STEAM) în studierea Metodelor Numerice din perspectiva examinării ecuațiilor neliniare cu o singură necunoscută.

2. Metode numerice de rezolvare a ecuațiilor neliniare cu o necunoscută

În continuare vom arăta eficiența implementării interdiscipliarității (procedee tehnice din Metode Numerice și aplicarea softului MAPLE) în procesul de soluționare a ecuațiilor neliniare cu o singură necunoscută. Ecuațiile neliniare includ ecuațiile algebrice și transcendente, excepție făcând ecuațiile algebrice de gradul întâi. Procedeile existente în *Metode Numerice* ne permit determinarea rădăcinilor reale ale ecuațiilor neliniare pe cale iterativă, numerică. În acest sens, în urma rezolvării unei ecuații neliniare pe cale numerică se va obține o soluție aproximativă, determinată cu o anumită exactitate stabilită anterior.

Fie $[a, b]$ un domeniu în care ecuația $f(x) = 0$ are o soluție unică ζ. Rezolvarea numerică a ecuației date, pornind de la o soluție inițială $x^{(0)}$, conduce la obținerea unui șir de valori $x^{(0)}$, $x^{(1)}$, $x^{(2)}, \dots, x^{(k)}$, care converge către soluția unică ζ. La examinarea metodei înjumătăţirii se cere ca funcţia $f(x)$ să fie continuă pe segmentul $[a, b]$ şi în extremităţile lui să posede semne contrare. La metoda coardei și metoda Newton se va cere o condiţie suplimentară: funcţia $f(x)$ să fie de două ori derivabilă pe segmentul $[a, b]$, iar derivatele ei să nu se anuleze pe tot segmentul cercetat. Graficele reprezentate în figurile 2 – 4 corespund cazului $f'(x) \cdot f''(x) > 0$ ($f(a) < 0, f(b) > 0, f'(x) > 0, f''(x) > 0$) [2].

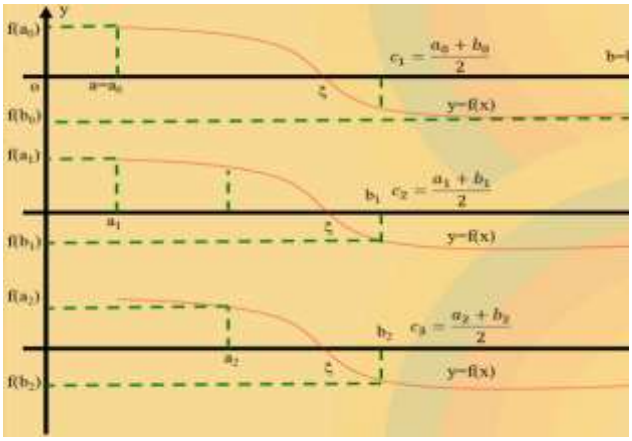


Figura 1. Metoda dihotomiei

$$\xi = \frac{a_n + b_n}{2}$$

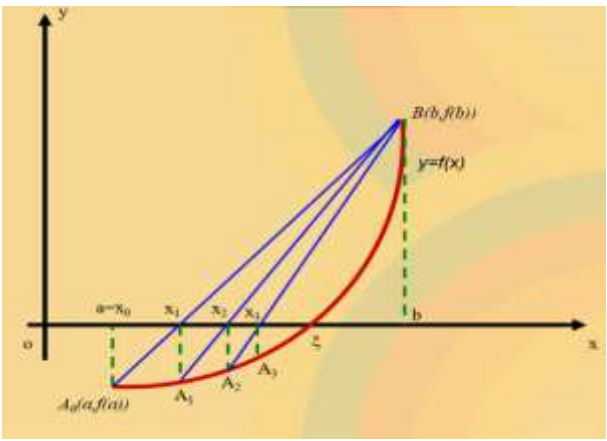


Figura 2. Metoda coardei

$$x_{i+1} = x_i - \frac{f(x_i) * (b - x_i)}{f(b) - f(x_i)}$$

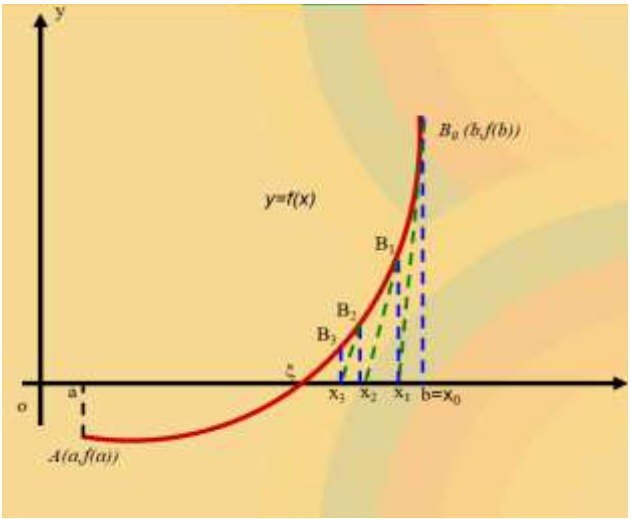


Figura 3. Metoda Tangentelor

$$x_{i+1} = x_i - \frac{f(x_i)}{f'(x_i)}$$

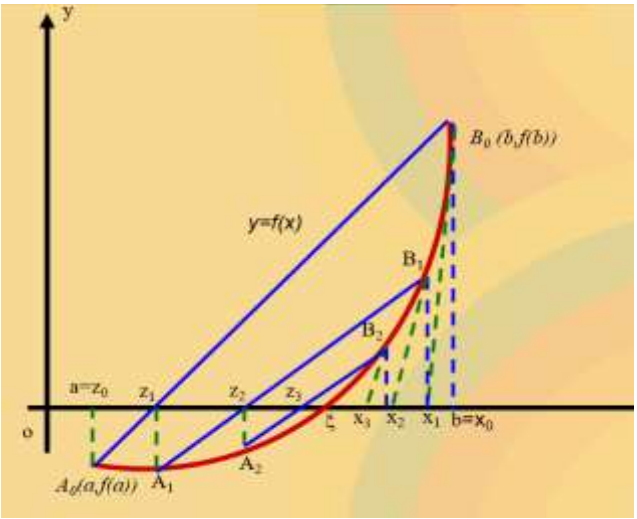


Figura 4. Metoda mixtă a coardelor și tangentelor

$$z_{i+1} = z_i - \frac{f(z_i) * (x_i - z_i)}{f(x_i) - f(z_i)}$$

$$x_{i+1} = x_i - \frac{f(x_i)}{f'(x_i)}$$

3. Implementarea software-ului Maple în soluționarea numerică a ecuațiilor neliniare cu o necunoscută

În contextul celor punctate mai sus menționăm că softul Maple include o gamă largă de instrucțiuni definite pentru soluționarea ecuațiiler neliniare cu o singură necunoscută grupate în pachetul *Student*, subpachetul *NumericalAnalysis* care sunt inițializate prin instrucțiunea with(nume_pachet).

Problemă. Să să găsească o soluție reală pentru ecuația $x^3 + x - 3x = 0$ pe segmentul $[1; 1.5]$ cu precizia $\varepsilon = 10^{-3}$ utilizând metoda bisecției, coardelor și tangentelor cu implementarea instrucțiunilor Maple.

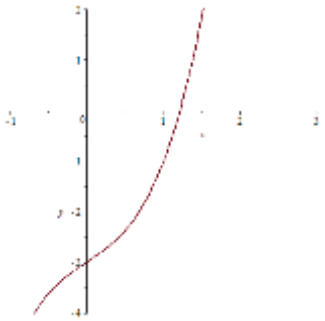
Soluție. Aprximațiile inițiale pentru fiecare din metodele menționate se aleg conform regulilor [2]. Utilizăm **i**nstrucțiunile *bisection, modifiednewton, secant.* Ele sunt apelate în cele ce urmează în cadrul instrucțiunii *Roots*, însă pot fi utilizate și separat cu aceeași parametri.

Metoda 1. Metoda bisecției: Soluționarea problemei cu implementarea instrucțiunii Maple *bisection.*

$with(Student[NumericalAnalysis]):$

$f := x^3 + x - 3:$ $\qquad f := x^3 + x - 3$

$plot(f, x = -5..5, y = -5..5):$



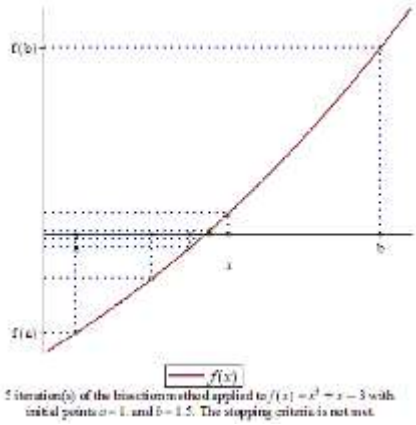
$Roots(f, x = 1, tolerance = 10^{-2})$ $\qquad$ 1.213412176

$Roots(f, x = [1, 1.5], method = bisection, tolerance = 10^{-2}, output = information)$

n	a_n	b_n	p_n	$f(p_n)$	relative error
1	1.	1.5	1.250000000	0.203125000	0.2000000000
2	1.	1.250000000	1.125000000	-0.451171875	0.1111111111
3	1.125000000	1.250000000	1.187500000	-0.137939453	0.05263157895
4	1.187500000	1.250000000	1.218750000	0.029022216	0.02564102564
5	1.187500000	1.218750000	1.203125000	-0.055339813	0.01298701299
6	1.203125000	1.218750000	1.210937500	-0.013380527	0.006451612903

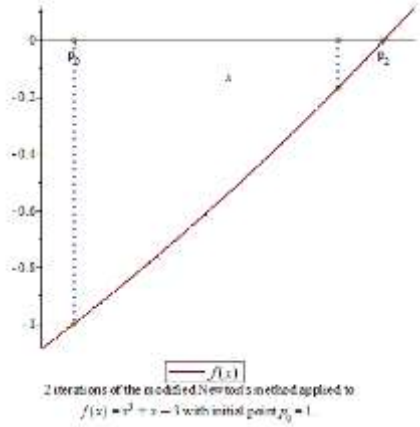
$Roots(f, x = [1, 1.5], method = bisection, output = sequence)$ $\qquad$ [1., 1.5], [1., 1.250000000], [1.125000000, 1.250000000], [1.187500000, 1.250000000], [1.187500000, 1.218750000], [1.203125000, 1.218750000], [1.210937500, 1.218750000], [1.210937500, 1.214843750], [1.212890625, 1.214843750], [1.212890625, 1.213867188], [1.213378906, 1.213867188]

$Roots(f, x = [1, 1.5], method = bisection, output = plot, tolerance = 10^{-3}, maxiterations = 5, stoppingcriterion = relative)$



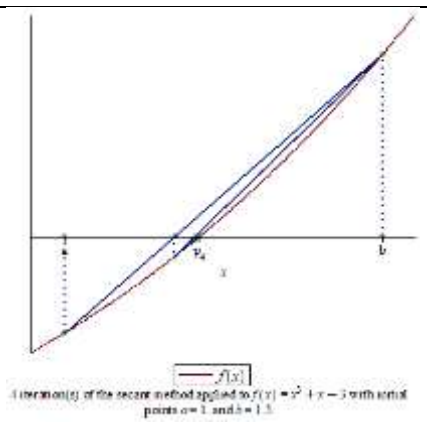
5 iteration(s) of the bisection method applied to $f(x) = x^3 + x - 3$ with initial points $a = 1.$ and $b = 1.5$. The stopping criteria is not met.

Metoda 2. Metoda tangentelor: Soluționarea problemei cu implementarea instrucțiunii Maple *modifiednewton*.

$with(Student[NumericalAnalysis]):$ $f := x^3 + x - 3:$	$f := x^3 + x - 3$
$Roots(f, x = 1, method = modifiednewton, tolerance = 10^{-3}, output = information)$	$\begin{bmatrix} n & p_n & relative\ error \\ 0 & 1. & - \\ 1 & 1.181818182 & 0.1538461540 \\ 2 & 1.212735989 & 0.02549426032 \\ 3 & 1.213411356 & 0.0005565853630 \end{bmatrix}$
$Roots(f, x = 1, method = modifiednewton, output = sequence)$	1., 1.181818182, 1.212735989, 1.213411356, 1.213411663
$Roots(f, x = 1, method = modifiednewton, output = plot, tolerance = 10^{-3}, maxiterations = 5, stoppingcriterion = function_value)$	

Metoda 3. Metoda coardelor: Soluționarea problemei cu implementarea instrucțiunii Maple *secant*.

$with(Student[NumericalAnalysis]):$ $f := x^3 + x - 3:$	$f := x^3 + x - 3$
$Roots(f, x = [1, 1.5], method = secant, tolerance = 10^{-3}, output = information)$	$\begin{bmatrix} n & p_n & relative\ error \\ 0 & 1. & - \\ 1 & 1.5 & - \\ 2 & 1.173913044 & 0.2777777772 \\ 3 & 1.206524151 & 0.02702897159 \\ 4 & 1.213597886 & 0.005828730489 \\ 5 & 1.213410799 & 0.0001541827386 \end{bmatrix}$
$Roots(f, x = [1, 1.5], method = secant, output = sequence)$	1., 1.5, 1.173913044, 1.206524151, 1.213597886, 1.213410799, 1.213411663

$Roots(f, x = [1, 1.5], method = secant, output = plot, tolerance = 10^{-3}, maxiterations = 5, stoppingcriterion = function_value)$	

Concluzii

Implementarea interdisciplinarității în procesul de studiere a Metodelor Numerice are un impact semnificativ asupra gradului de înțelegere și consolidare a cunoștințelor. Metodele Numerice prin esența sa reprezintă o știință interdisciplinară și utilizează pe scară largă metode și procedee din alte științe, softuri și tehnologii informaționale pentru soluționarea problemelor practice. Cunoașterea și implementarea abordărilor interdisciplinare în predarea-învățarea acestei discipline asigură o înaltă reușită academică a studenților.

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)", inclus în „Program de stat" (2020-2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20, cu suportul financiar oferit de Agenția Națională pentru Dezvoltare și Cercetare

Bibliografie

1. CHIRIAC, L. Situația actuală și tendințele generale în studierea științelor reale. Conferința Republicană a Cadrelor Didactice, Chişinău, Moldova, 27-28 februarie 2021. In: *Materialele Conferinței Republicane a Cadrelor Didactice*, Vol. 1, 2021, pp. 6-11. ISBN: 978-9975-76-324-0.
2. CHIRIAC, L. *Metode Numerice*. Chișinău: Tipografia Centrală, 2014. 196 p. ISBN 978-9975-53-300-3.
3. MARTINEZ, J. E. The search for method in STEAM education. In: *Springer International Publishing*, 2017. pp. 111-127. ISBN: 978-3-319-55822-6.
4. KENNEDY, T. J.; ODELL, M.R. Engaging students in STEM education. In: *Science Education International*, 25(3), 2014, p. 246-258. ISSN: ISSN-1450-104X.
5. VASCAN, T. Realizarea conexiunilor interdisciplinare la studierea informaticii și matematicii în ciclul gimnazial. Conferința Republicană a Cadrelor Didactice, Chişinău, Moldova, 27-28 februarie 2021. In: *Materialele Conferinței Republicane a Cadrelor Didactice*, Vol. 1, 2021, p.163-167. ISBN 978-9975-76-318-9.

CZU: 371.3:004

ASPECTE DIDACTICE ÎN PREDAREA ALGORITMULUI FORD-FULKERSON

Liubomir CHIRIAC, dr. hab., prof. univ.
Marina BOSTAN, drd.
Universitatea de Stat din Tiraspol

Rezumat. În prezentul articol este examinat algoritmul Ford-Fulkerson pentru determinarea fluxului maxim între două noduri. Sunt abordate metodele de rezolvare manuală, cu ajutorul softului specializat Maple și prin intermediul limbajului de programare Pascal.

Abstract. This paper examines the Ford-Fulkerson algorithm for determining the maximum flow between two nodes. Manual solving methods are approached, with the help of specialized Maple software and through the Pascal programming language.

Cuvinte cheie: graf orientat, flux de rețea, algoritmul Ford-Fulkerson.

Keywords: oriented graph, network flow, Ford-Fulkerson algorithm.

1. Ce reprezintă Flux în rețea?

Grafurile au multiple aplicații practice, fiind strâns legate de multe ramuri ale matematicii (cercetări operaționale, teoria grupurilor, teoria numerelor), dar sunt folosite și ca modele matematice în rezolvarea unor probleme tehnice, economice, etc. Astăzi, teoria grafurilor este folosită în domenii variate: fizică, chimie, biologie, sociologie, tehnologia comunicațiilor, rețelele de calculatoare, sisteme de transport etc. [3].

Rețelele de transport pot modela curgerea lichidului în sisteme cu țevi, deplasarea pieselor pe benzi rulante, deplasarea curentului prin rețele electrice, transmiterea informațiilor prin rețele de comunicare etc.

O problemă des întâlnită într-o rețea de transport este cea a găsirii fluxului maxim posibil prin arcele rețelei astfel încât:

1. să nu fie depășite capacitățile arcelor;
2. fluxul să se conserve în drumul său de la nodul sursă - *s* la nodul terminal – *t*.

Probleme de flux maxim apar în multe domenii, precum curgerea lichidelor, linii de asamblare, transportul curentului prin rețele de curent electric, cercetări operaționale ș.a.

O rețea de transport este un digraf (graf orientat) conex fără cicluri.

Un flux într-o rețea este o funcție care atribuie unui arc un anumit număr – ponderea arcului [2].

2. Descrierea algoritmului Ford-Fulkerson

Algoritmul Ford-Fulkerson determina fluxul maxim care poate fi introdus într-o rețea de transport și se mai cunoaște și sub denumirea de problema debitului maxim (max flow). Acest algoritm se bazează pe determinarea iterativă a unor drumuri de creștere a fluxului și acumularea acestora într-un flux total, până la apariția în rețea a unei tăieturi[1] , care separă sursa de stoc.

[1] Tăietură în graf – un set de muchii (arcuri), eliminarea cărora divide graful în două componente conexe

Problema cu debitul maximal a fost formulată în anul 1955 de către T.E. Harris, care a propus un model simplificat al fluxului de trafic feroviar. În scurt timp a fost demonstrată teorema fluxului maximal și tăieturii minimale a unui graf. În același an L. Ford și D. Fulkerson în premieră au elaborat algoritmul special preconizat pentru rezolvarea acestei probleme. Algoritmul lor a primit denumirea *„Algoritmul lui Ford-Fulkerson”*. Mai jos vom prezenta o metodă accesibilă de realizare a algoritmului respectiv.

Etape de realizarea algoritmului:

Pasul 1. Evidențiem (căutăm) toate lanțurile (căile, drumurile) de la sursa grafului la destinație;

Pasul 2. Fiecărui lanț (drum) i se atribuie un posibil flux mai mare de la sursă la destinație (îl scriem printr-o fracțiune cu ponderea arcului; în acest caz, fluxul (debitul) nu poate depăși ponderea arcului, dar poate fi egal cu acesta);

Pasul 3. Dacă fluxul devine egal cu ponderea arcului, atunci acest arc este saturat, adică este imposibil să treacă un flux prin acest arc atunci când se iau în considerare circuitele din graf;

Pasul 4. Deci alegem toate circuitele posibile până când devine imposibil să ajungem de la sursă la destinație;

Pasul 5. Fluxul în rețea va fi egal cu suma fluxurilor tuturor arcurilor saturate la fluxul grafului (trebuie remarcat faptul că suma fluxurilor tuturor arcurilor incidente la fluxul grafului este egală cu suma fluxurilor tuturor arcurilor incidente la sursa grafului).

3. Aplicarea algoritmului Ford-Fulkerson

Problemă. Avem o rețea de conducte prin care poate curge apă. În graful de mai jos, fiecare conducta are o capacitate ce determina cantitatea maxima de apă ce trece prin conducta respectivă într-o unitate de timp. Considerând că avem o sursa de unde se pompează apa și o destinație unde dorim să ajungă apa, se cere de aflat care este debitul maxim de apa (cantitatea de apă pe unitatea de timp) ce poate ajunge de la sursa 1 la destinația 8 folosind rețeaua de conducte existent?

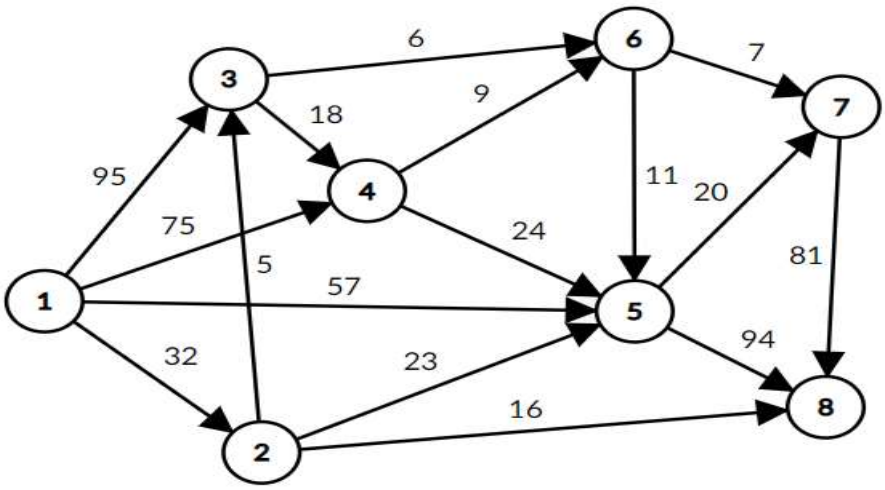


Figura 1. Rețeaua de conducte reprezentată prin graful orientat [7]

Soluție. Folosind algoritmul Ford-Fulkerson, găsim cel mai mare flux de la 1 la 8. Evidențiem toate drumurile posibile de la 1 la 8.

1) **1→3→6→7→8**
2) **1→3→4→5→7→8**
3) **1→3→4→5→8**
4) **1→4→5→8**
5) **1→4→6→7→8**
6) **1→4→5→7→8**
7) **1→4→5→8**
8) **1→5→8**
9) **1→5→7→8**
10) **1→2→8**
11) **1→2→5→8**
12) **1→2→5→7→8**

Pasul 1. Selectăm un flux arbitrar, din cele evidențiate mai sus, de exemplu, 1-3-6-7-8. Lățimea sa de bandă este egal cu minimul tuturor capacităților arcurilor incluse în acesta, adică 6. Reducem debitul arcurilor acestui flux cu 6, arcul saturat 3-6 se marchează.

1-(95)-3-(6)-6-(7)-7-(81)- 8;
1-(95/6)-3-(6/6)-6-(7/6)-7-(81/6)- 8;
1-(89)-3-(0)-6-(1)-7-(75)- 8;
Obținem, suma S=6.

Pasul 2. Alegeți un flux arbitrar, de exemplu, 1-4-5-8. Lățimea sa de bandă este egal cu minimul tuturor capacităților arcurilor incluse în acesta, adică 24. Reducem debitul arcurilor acestui flux cu 24, arcul saturat 4-5 se marchează.

1-(75)-4-(24)-5-(94)-8;
1-(75/24)-4-(24/24)-5-(94/24)-8;
1-(51)-4-(0)-5-(70)-8;
Obținem, S=6+24=30.

Pasul 3. Alegeți un flux arbitrar, de exemplu, 1-5-8. Lățimea sa de bandă este egal cu minimul tuturor capacităților arcurilor incluse în acesta, adică 57. Reducem debitul arcurilor acestui flux cu 57, arc saturat 1-5 se marchează.

1-(57)-5-(70)-8;
1-(57/57)-5-(70/57)-8;
1-(0)-5-(13)-8;
Obținem, S=6+24+57=87.

Pasul 4. Alegeți un flux arbitrar, de exemplu 1-2-8. Lățimea sa de bandă este egal cu minimul tuturor capacităților arcurilor incluse în acesta, adică 16. Reducem debitul arcurilor acestui flux cu 16, arcul saturat 2-8 se marchează.

1-(32)-2- (16)- 8;

1-(32/16)- 2- (16/16)- 8;
1-(16)- 2- (0)- 8;
Obținem, S=6+24+57+16=103.

Pasul 5. Selectați un flux arbitrar, de exemplu, 1-2-5-8. Lățimea sa de bandă este egal cu minimul tuturor capacităților arcurilor incluse în acesta, adică 16. Reducem debitul arcurilor acestui flux cu 23, arc saturat 5-8 se marchează.

1-(16)-2-(23)-5-(13)-8;
1-(16/13)-2-(23/13)-5-(13/13)-8;
1-(3)-2-(10)-5-(0)-8;
Obținem, S=6+24+57+16+13=116.

Pasul 6. Selectați un flux arbitrar, de exemplu 1-2-5-7-8. Lățimea sa de bandă este egal cu minimul tuturor capacităților arcurilor incluse în acesta, adică 3. Reducem debitul arcurilor acestui flux cu 3, arc saturat 1-2 se marchează.

1-(3)-2-(10)-5-(20)-7-(75)-8;
1-(3/3)-2-(10/3)-5-(20/3)-7-(75/3)-8;
1-(0)-2-(7)-5-(17)-7-(72)-8;
Obținem, S=6+24+57+16+13+3=119.

Pasul 7. Alegeți un flux arbitrar, de exemplu, 1-4-6-7-8. Lățimea sa de bandă este egal cu minimul tuturor capacităților arcurilor incluse în acesta, adică 1. Reducem debitul arcurilor acestui flux cu 1, arc saturat 6-7 se marchează.

1-(51)-4-(9)-6-(1)-7-(72)-8;
1-(51/1)-4-(9/1)-6-(1/1)-7-(72/1)-8;
1-(50)-4-(8)-6-(0)-7-(71)-8;
Obținem, S=6+24+57+16+13+3+1=120.

Pasul 8. Selectați un flux arbitrar, de exemplu, 1-4-6-5-7-8. Debitul său capacitatea este egală cu minimul capacității arcurilor incluse în ea, adică 8. Reduceți debitul arcurilor acestui flux cu 8, arc saturat Tăiați 4-6. Nu mai există căi.

1-(50)-4-(8)-6-(11)-5-(17)-7-(71)-8;
1-(50/8)-4-(8/8)-6-(11/8)-5-(17/8)-7-(71/8)-8;
1-(42)-4-(0)-6-(3)-5-(9)-7-(63)-8;
Debit total, S=6 + 24 + 57 + 16 + 13 + 3 + 1 + 8 = 128.

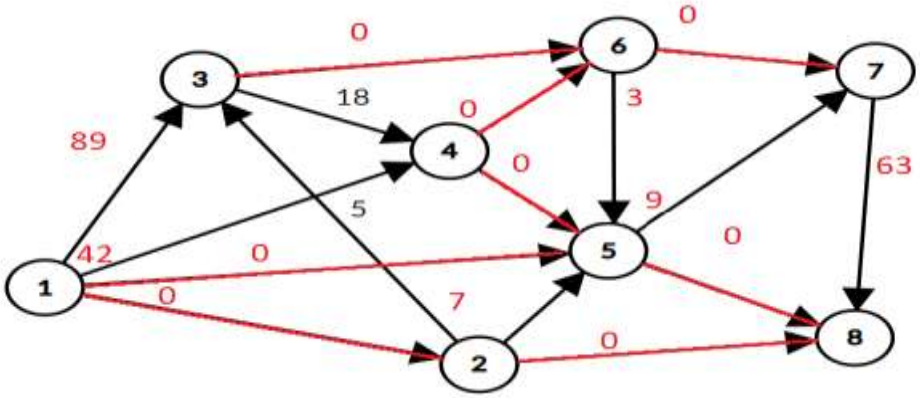


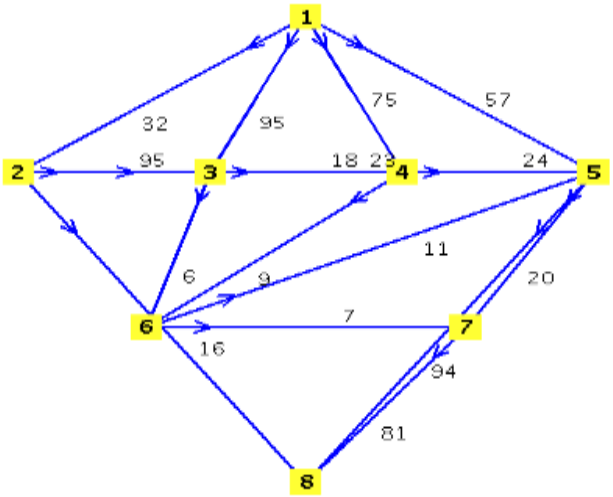
Figura 2. Fluxul de rețea obținut [7]

Inserăm marcajele. Nodul sursă este nodul 1 are marcajul 0. Din acest nod 1 către noduri 3 și 4 trec arce nesăturate (vezi Figura 2), respectiv marcăm nodurile cu +3 și +4. Alte marcaje nu pot fi plasate. Respectiv fluxul maximal a fost găsit și mulțimea nodurilor {2,5,6,7,8} (nodurile nemarcate) formează tăietura grafului. Se observă, că graful obținut nu mai are nici un lanț de la nodul sursă 1 la nodul terminal 8.

4. Rezolvarea în aplicația Maple [5]

```
restart : with(networks) :
new(G) : v :=$1 ..8 :
addvertex([v], G);
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
v1 := 1 :#sursa
v2 := 8 :#destinatia
E := [[1, 2], [1, 3], [1, 4], [1, 5], [2, 3], [2, 5], [2, 8], [3, 4], [3,
    6], [4, 5], [4, 6], [5, 7], [5, 8], [6, 5], [6, 7], [7, 8]]
[[1, 2], [1, 3], [1, 4], [1, 5], [2, 3], [2, 5], [2, 8], [3, 4], [3, 6],
    [4, 5], [4, 6], [5, 7], [5, 8], [6, 5], [6, 7], [7, 8]]
#Pondere
w := [32, 95, 75, 57, 5, 23, 16, 18, 6, 24, 9, 20, 94, 11, 7, 81]
[32, 95, 75, 57, 5, 23, 16, 18, 6, 24, 9, 20, 94, 11, 7, 81]
addedge(E, weights = w, G) :
flux = flow(G, v1, v2, ed)
flux = 128
with(GraphTheory) :
G := Digraph({[[1, 2], 32], [[1, 3], 95], [[1, 4], 75], [[1, 5],
    57], [[2, 3], 95], [[2, 5], 23], [[2, 8], 16], [[3, 4], 18], [[3,
    6], 6], [[4, 5], 24], [[4, 6], 9], [[5, 7], 20], [[5, 8], 94], [[6,
    5], 11], [[6, 7], 7], [[7, 8], 81]})
G := Graph 6: a directed weighted graph with 8 vertices and 16 arc(s)
> IsNetwork(G)
{1}, {8}
```

> *DrawNetwork*(*G*)



MaxFlow(*G*, 1, 8)

$$128, \begin{bmatrix} 0 & 32 & 24 & 15 & 57 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 23 & 0 & 0 & 9 \\ 0 & 0 & 0 & 18 & 0 & 6 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 24 & 9 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 92 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 8 & 0 & 7 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 27 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Fluxul maximal, după cum se vede, este 128.

5. Rezolvarea în Pascal (consola Delphi) [6]

```
program Project2;
 {$APPTYPE CONSOLE}
uses
  SysUtils;
// Finding the Maximum Flow using Ford-Fulkerson Algorithm
const fi = 'MAXFLOW.INP';
      fo = 'MAXFLOW.OUT';
      max = 1000;
type TCapacities = array [1..max, 1..max] of integer;
var c: TCapacities;
    f: TCapacities;
    Trace: array [1..max] of integer;
    n, s, t: integer;

    procedure Enter;
    var m, i, u, v: integer;
        f2: text;
    begin
        assign(f2, fi); reset(f2);
        fillchar(c, sizeof(c), 0);
        readln(f2, n, m, s, t);
        for i:= 1 to m do readln(f2, u, v, c[u, v]);
        close(f2);
    end;
```

```
25      function FindPath: Boolean;
26      var u, v: integer;
27          Queue: array[1..max] of integer;
28          Front, Rear: integer;
29      begin
30          fillchar(Trace, sizeof(Trace), 0);
31          Front:= 1; Rear:= 1;
32          Queue[1]:= s;
33          Trace[s]:= n+1;
34          repeat
35                  u:= Queue[Front];
36                  Inc(Front);
37                                  for v:= 1 to n do
38                      if (Trace[v] = 0) and (c[u, v] > f[u, v]) then
39                      begin
40                          Trace[v]:= u;
41                          if v = t then
42                          begin
43                                  FindPath:= true;
44                                  exit;
45                          end;
46                           Inc(Rear);
47                          Queue[Rear]:= v;
48                      end;
49          until Front > Rear;
50          FindPath:= false;
51      end;
52      procedure IncFlow;
53      var Delta, u, v: integer;
54      begin
55          Delta:= MaxInt;
56          v:= t;
57          repeat
58                  u:= Trace[v];
59                  if c[u, v] - f[u, v] < Delta then Delta:= c[u, v] - f[u, v];
60                  v:= u;
61          until v = s;
62
63          v:= t;
64          repeat
65                  u:= Trace[v];
66                  f[u, v]:= f[u, v] + Delta;
67                  f[v, u]:= f[v, u] - Delta;
68                  v:= u;
69          until v = s;
70      end;
```

```
71      procedure PrintResult;
72      var u, v: integer;
73          m: integer;
74          f2: text;
75      begin
76          assign(f2, fo); rewrite(f2);
77          m:= 0;
78          for u:= 1 to n do
79              for v:= 1 to n do
80                  if f[u, v] > 0 then
81                  begin
82                     writeln(f2, 'f[', u, ', ', v, '] = ', f[u, v]);
83                     if u = s then m:= m + f[s, v];
84                  end;
85          writeln(f2, 'Max Flow: ', m);
86          for u:= 1 to n do
87          begin
88                  for v:= 1 to n do write(f2, f[u, v]:2, ' ');
89                  writeln(f2);
90          end;
91          close(f2);
92      end;
95  BEGIN
96          Enter;
97          fillchar(f, sizeof(f), 0);
98          repeat
99                  if not FindPath then break;
100                 IncFlow;
101         until false;
102         PrintResult;
103 END.
```

Fișierele cu datele de intrare și ieșire, după executarea programului:

MAXFLOW.INP — Блокнот

Файл Правка Формат Вид Справка

```
8 16 1 8
1 3 95
1 4 75
1 2 32
1 5 57
2 3 5
2 5 23
2 8 16
3 4 18
3 6 6
4 6 9
4 5 24
5 7 20
5 8 94
6 5 11
6 7 7
7 8 81
```

MAXFLOW.OUT — Блокнот

Файл Правка Формат Вид Справка

```
f[1, 2] = 32
f[1, 3] = 6
f[1, 4] = 33
f[1, 5] = 57
f[2, 5] = 16
f[2, 8] = 16
f[3, 6] = 6
f[4, 5] = 24
f[4, 6] = 9
f[5, 7] = 11
f[5, 8] = 94
f[6, 5] = 8
f[6, 7] = 7
f[7, 8] = 18
Max Flow: 128
 0 32  6 33 57  0  0  0
-32  0  0  0 16  0  0 16
-6  0  0  0  0  6  0  0
-33  0  0  0 24  9  0  0
-57 -16  0 -24  0 -8 11 94
 0  0 -6 -9  8  0  7  0
 0  0  0  0 -11 -7  0 18
 0 -16  0  0 -94  0 -18  0
```

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)”, inclus în „Program de stat” (2020-2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20, cu suportul financiar oferit de Agenția Națională pentru Dezvoltare și Cercetare

Bibliografie

1. MARUSIC, G.; FALICO, N.; KULEV, M. Aspecte algoritmice din teoria grafurilor privind fluxul maxim și drumurile minime (maxime): Indicații metodice la disciplinele Matematici speciale și Structuri de date și algoritmi. 2018. 48p. ISBN 978-9975-45-534-3.
2. BANG-JENSEN, J.; GUTIN, G.Z. Digraphs: Theory, Algorithms and Applications. Springer-Verlag, 2007. 754 p. ISBN 978-1-84800-998-1.
3. ХАГГАРТИ, Р., „Дискретная математика для программистов”, перевод с английского, Москва, Техносфера, 2003, 320 с., ISBN 5-94836-016-4.
4. BÂRZĂ, S.; MORGAN, L-M. Algoritmica grafurilor. București: Ed. Fundației România de Mâine, 2008. 148 p. ISBN 978-973-163-147-9 [vizitat 05.02.2018] http://www.ocpiilfov.ro/ocpi_ilfov/Man.pdf.
5. http://www.maplesoft.com/products/maple/new_features/maple18/Graph_Theory.aspx [vizitat 12.09.2021].
6. https://tosonnguyen.wordpress.com/2013/09/25/luong-cuc-dai-using-ford-fulkerson-algorithm/ [vizitat 12.09.2021].
7. https://csacademy.com/app/graph_editor/ [vizitat 10.09.2021].

CZU: 371.3:004

ALGORITMUL VERIFICĂRII IZOMORFISMELOR DE GRUPOIZI DIN PERSPECTIVA INFORMATICII

Liubomir CHIRIAC, dr. hab., prof. univ.
Aureliu DANILOV, drd.
Universitate de Stat Tiraspol

Rezumat. În acest articol, sunt examinate unele abordări metodice privind studierea și aplicarea noțiunilor de omotopism și izomorfizm la rezolvarea problemelor din informatică. Pe baza noțiunilor de *omotopism* s-a elaborat un algoritm de verificarea izomorfismelor de grupoizi. În expunerea subiectului sau folosit o abordare inderdisplinară: noțiuni din fundamentale algebrice, algoritmică și programare.

Cuvinte cheie: grupoid, omotopism, izotopism, izomorfism, algoritm.

Abstract. In this article, we examine some methodological approaches for studying and applying the notions of homotopism and isomorphism to solve problems in computer science. Based on the notions of homotopism, an algorithm for verifying goupoids isomorphisms was developed. In the presentation of the subject, an indisciplinarity approach is used: notions from algebraic fundamentals, algorithms and programming.

Keywords: groupoid, homotopism, isotopism, isomorphism, algorithm.

1. Noțiuni și concepte de bază

La studierea informaticii, înțelegerea și aplicarea noțiunilor și conceptelor de bază din algebra abstractă este un proces absolut necesar, în mod special pentru învățarea compartimentelor moderne din criptografie. Astfel, la studierea cursului pentru ciclul II, ”Structuri alegbrice pe calculator” sunt examinate diverse noțiuni algebrice care au o aplicație semnificativă la soluționarea problemelor practice. În articolul respectiv vom examina metodologia tratării noțiunii de izomorfism de grupoizi din perspectiva informaticii care, în opnia noastră, reprezintă o conexiune interdisciplinară pronunțată.

Prin izomorfism (din limba greacă: ἴσος isos "egal", și μορφή morphe "formă") [3] în matematică se înțelege o funcție între două mulțimi peste care s-au definit câte o structură algebrică care satisface următoarele două condiții [1, 2]:

- este morfism (adică păstrează structura algebrică, în sensul că orice relație ar exista între niște elemente din prima mulțime, relația respectivă se regăsește între elementele corespunzătoare - imagini prin funcția studiată - din a doua mulțime);
- admite un alt morfism care o "inversează" (formal, pentru **f** : **A**→**B**, să existe **g** : **B**→**A** morfism astfel încât $\mathbf{g} \circ \mathbf{f} = 1_A$ și $\mathbf{f} \circ \mathbf{g} = 1_B$).

Notă: această condiție necesită ca **f** să fie bijectivă, dar cere în plus ca inversa ei să fie tot morfism.

Cuplul (**Q**, •) format dintr-o mulțime nevidă **Q** și o operația algebrică „ • ” pe Q se numește *grupoid*. Fie (**A**, *) și (**B**, ∘) doi grupoizi. Vom numi *morfism* (ori omomorfism) al grupoidului (**A**, *) în grupoidul (**B**, ∘) orice funcție **f** : **A** → **B** care satisface condiția:

$$\mathbf{f}(\mathbf{x} * \mathbf{y}) = \mathbf{f}(\mathbf{x}) \circ \mathbf{f}(\mathbf{y}),\ \forall\ \mathbf{x}, \mathbf{y} \in \mathbf{A}.$$

Un morfism bijectiv se numește *izomorfism*.

2. Izotopisme și izomorfisme de grupoizi

Reamintim următoarele noțiuni algebrice.

Grupoidul (**Q**, *) se numește *quasigrup* dacă fiecare din ecuațiile **a** * **x** = **b** și **y** * **a** = **b** are exact o singură soluție în **Q** pentru orice **a**, **b** ∈ **Q**.

Quasigrupul cu unitate se numește *buclă* (în engleză *loop*). Bucla asociativă se numește *grup*.

O noțiune importantă pentru teoria grupoizilor care generalizează noțiunea de izomorfism este noțiunea de izotopism. Să examinăm esența acestei noțiuni.

Fie (**A**, *) și (**B**, ∘) doi grupoizi. Se numește *omotopism* (sau homotopism) al grupoidului (**A**,*) în grupoidul (**B**,∘) orice triplet ordonat (α, β, γ) de funcții de la **A** la **B** care satisface următoarea condiție: $\alpha(\mathbf{x}) \circ \beta(\mathbf{y}) = \gamma(\mathbf{x} * \mathbf{y})$ sau $\gamma^{-1}(\alpha(\mathbf{x}) \circ \beta(\mathbf{y})) = \mathbf{x} * \mathbf{y}$, pentru ∀ x, y ∈ A. (1)

Prin *izotopism* al lui (**A**, *) pe (**B**, ∘) se înțelege un omotopism (α, β, γ) în care toate cele trei componente α, β și γ sunt bijecții ale lui A pe B [1, 2].

Grupoidul (**A**, *) se zice că este *izotop* cu (**B**, ∘) dacă există măcar un izotopism (α, β, γ) al lui (**A**, *) pe (**B**, ∘). Evident, dacă există două operații „ * ” și „ ∘ ” definite pe una și aceeași mulțime **Q**, atunci vom spune că operația „ * ” este un izotop a operației „ ∘ ” dacă există așa un triplet ordonat de permutări (α, β, γ) a mulțimii **Q** astfel, încât $\alpha(\mathbf{x}) \circ \beta(\mathbf{y}) = \gamma(\mathbf{x} * \mathbf{y})$, pentru ∀ **x**, **y** ∈ **Q**.

Tripletul ordonat **T** = (α, β, γ) se numește, după cum am mai spus, izotopie.

EXEMPLUL 1. Fie (**Q**, *) un quasigrup, determinat de următorul tabel Cayley:

*	1	2	3	4
1	4	1	2	3
2	3	4	1	2
3	2	3	4	1
4	1	2	3	4

Fie α, β și γ sunt trei permutări arbitrare ale mulțimii **Q**. Atunci aplicând permutarea α elementelor de pe linia de bordare, permutarea β elementelor de pe coloana de bordare și permutarea γ^{-1} a elementelor din interiorul tabelei, se obține o nouă lege de compoziție „ ∘ ” pe **Q** și este clar că (**Q**, ∘) este izotop cu quasigrupul (**Q**, *).

Astfel, considerăm:

$$\alpha = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 2 & 3 & 4 & 1 \end{pmatrix} \uparrow, \beta = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 4 & 3 & 2 & 1 \end{pmatrix}, \gamma^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 2 & 1 & 4 & 3 \end{pmatrix}.$$

În rezultat, obținem următoarele transformări:

*	1	2	3	4
1	4	1	2	3
2	3	4	1	2
3	2	3	4	1
4	1	2	3	4

$\xrightarrow{\alpha}$

$\circ_\alpha$	1	2	3	4
1	3	4	1	2
2	2	3	4	1
3	1	2	3	4
4	4	1	2	3

$\xrightarrow{\beta}$

$\circ_\beta$	1	2	3	4
1	2	1	4	3
2	1	4	3	2
3	4	3	2	1
4	3	2	1	4

$\xrightarrow{\gamma^{-1}}$

$\circ_{\gamma^{-1}}$	1	2	3	4
1	1	2	3	4
2	2	3	4	1
3	3	4	1	2
4	4	1	2	3

Dacă toate 3 permutări coincid: α = β = γ, atunci izotopia se transformă în *izomorfism* [1]. În acest caz vom scrie

$$\alpha(\mathbf{x}) \circ \alpha(\mathbf{y}) = \alpha(\mathbf{x} * \mathbf{y}).$$

EXEMPLUL 2. Fie (**Q**, *) un quasigrup, determinat de următorul tabel Cayley:

*	1	2	3
1	1	2	3
2	2	3	1
3	3	1	2

Fie α = β = γ sunt trei substituții echivalente ale mulțimii **Q** și

$$\alpha = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 3 & 1 & 2 \end{pmatrix}$$

Observăm că α(**1**)=2, α(**2**)=3 și α(**3**)=1. Atunci aplicând consecutiv substituțiile α, β și γ^{-1} asupra grupoidului (**Q**, *) obținem o nouă lege de compoziție „ ∘ ” pe **Q** și este clar că (**Q**, ∘) este izomorf cu quasigrupul (**Q**, *).

Pe baza formulei (1) calculăm:

x	**y**	α(**x**)	α(**y**)	α(**x**) ∘ α(**y**)	α(**x** * **y**)	α(**x**) ∘ α(**y**) = α(**x** * **y**)
1	1	α(**1**)=2	α(**1**)=2	2 ∘ 2	α(**1** * **1**) = α(**1**) = 2	2 ∘ 2 = 2
1	2	α(**1**)=2	α(**2**)=3	2 ∘ 3	α(**1** * **2**) = α(**2**) = 3	2 ∘ 3 = 3
1	3	α(**1**)=2	α(**3**)=1	2 ∘ 1	α(**1** * **3**) = α(**3**) = 1	2 ∘ 1 = 1
2	1	α(**2**)=3	α(**1**)=2	3 ∘ 2	α(**2** * **1**) = α(**2**) = 3	3 ∘ 2 = 3
2	2	α(**2**)=3	α(**2**)=3	3 ∘ 3	α(**2** * **2**) = α(**3**) = 1	3 ∘ 3 = 1
2	3	α(**2**)=3	α(**3**)=1	3 ∘ 1	α(**2** * **3**) = α(**1**) = 2	3 ∘ 1 = 2
3	1	α(**3**)=1	α(**1**)=2	1 ∘ 2	α(**3** * **1**) = α(**3**) = 1	1 ∘ 2 = 1
3	2	α(**3**)=1	α(**2**)=3	1 ∘ 3	α(**3** * **2**) = α(**1**) = 2	1 ∘ 3 = 2
3	3	α(**3**)=1	α(**3**)=1	1 ∘ 1	α(**3** * **3**) = α(**2**) = 3	1 ∘ 1 = 3

Obținem operația:

$\circ_{\gamma^{-1}}$	1	2	3
1	**3**	**1**	**2**
2	**1**	**2**	**3**
3	**2**	**3**	**1**

Sau folosind metoda: aplicând permutarea α elementelor de pe linia de bordare, permutarea β elementelor de pe coloana de bordare și permutarea γ^{-1} a elementelor din interiorul tabelei. În rezultat, obținem următoarele transformări:

*	1	2	3
1	1	2	3
2	2	3	1
3	3	1	2

$\xrightarrow{\alpha}$

$\circ_\alpha$	1	2	3
1	3	1	2
2	1	2	3
3	2	3	1

$\xrightarrow{\beta}$

$\circ_\beta$	1	2	3
1	2	3	1
2	3	1	2
3	1	2	3

$\xrightarrow{\gamma^{-1}}$

$\circ_{\gamma^{-1}}$	1	2	3
1	3	1	2
2	1	2	3
3	2	3	1

3. Algoritm privind verificarea izomorfismelor de grupoizi

Fie că avem doi grupoizi (**Q**, *) și (**Q**, ∘) de același ordin **n**. Să se verifice dacă (**Q**, *) este izomorf cu (**Q**, ∘).

Algoritmul de verificare al grupoizilor la izomorfizm este următorul:

1. Se introduce dimensiunea n a grupoizilor;
2. Se introduce grupoidul (**Q**, *) din n elemente.
3. Se introduce grupoidul (**Q**, ∘) din n elemente.
4. Se generează toate substituțiile **α** (**n**!) și se testează condiția: **α** (**x**) ∘ **α** (**y**) = **α** (**x** * **y**).
5. Se afișează la monitor acele substituții **α**, pentru care obținem izomorfizm.
6. Se afișează la monitor rezultatul obținut: grupoizii dați (**Q**, *), (**Q**, ∘) sunt izomorfi pentru substituțiile α_1, α_2,... , α_n, sau grupoizii respectivi nu sunt izomorfi.

EXEMPLUL 3. Fie că avem doi grupoizi (**Q**, *) și (**Q**, ∘) de același ordin **n**=3, cu operațiile binare respective.

*	1	2	3
1	1	2	3
2	2	3	1
3	3	1	2

și

∘	1	2	3
1	3	1	2
2	1	2	3
3	2	3	1

Să se verifice dacă (**Q**, *) este izomorf cu (**Q**, ∘), aplicând algoritmul de mai sus.

Soluție. Conform algoritmului de mai sus efectuăm următorii pași:

P_1. Introducem **n**=3;

P_2. Se introduce operația grupoidului (**Q**, *);

P_3. Se introduce operația grupoidului (**Q**, ∘);

O funcție de atribuire a valorilor pentru operația grupoidului **gr** de dimensiune **n** este Atribuire(n, gr), descrisă în punctul 4. Soluție pentru algoritmul de verificarea izomorfismelor de grupoizi, în continuare (4-SVI).

P_4. Se generează toate substituțiile **α** (**n**! = 3! = 6);

Funcțiile valid(p), StToMatrix(n), backtr(p, n) descrise în (4-SVI), sunt destinate pentru stocarea tuturor substituțiilor curente **s** în mărimea **perm** – lista tuturor substituțiilor, unde n – numărul de elemente în mulțimea **Q**, deci în cazul dat **n** = 3, p – poziția curentă în substituția **s**, valid(p) întoarce valoarea 1 (true) dacă valoarea **s[p]** nu se regăsește printre valorile din stânga ale lui **s**, StToMatrix(n) – salvează substituția curentă **s** în mărimea **perm**, backtr(p, n) – funcție recursivă care schimbă valoarea lui **p** de la **1** la **n**.

Pentru n = 3; kf = 1; backtr(1, n); obținem:								
n	**p**	**i**	**(i≤n)-?**	**s**	**(valid(p)=1)-?**	**(p=n)-?**	StToMatrix(n) perm={…}	backtr(p+1, n)
3	1	1	(1≤3) - da	{1}	valid(1)=1-da	1=3-nu		R_0
								backtr(2, 3), R_1
	2	1	(1≤3) - da	{1, 1}	valid(2)=1-nu			R_1

		2	(2≤3) – da	{1, 2}	valid(2)=1-da	2=3-nu		R_1
								backtr(3, 3), R_2
	3	1	(1≤3) - da	{1, 2, 1}	valid(3)=1-nu			R_2
		2	(2≤3) – da	{1, 2, 2}	valid(3)=1-nu			R_2
		3	(3≤3) – da	{1, 2, 3}	valid(3)=1-da	3=3-da	{1, 2, 3}	R_2
	2	3	(3≤3) – da	{1, 3}	valid(2)=1-da	2=3-nu		R_1
								backtr(3, 3), R_3
	3	1	(1≤3) - da	{1, 3, 1}	valid(3)=1-nu			R_3
		2	(2≤3) - da	{1, 3, 2}	valid(3)=1-da	3=3-da	{1, 2, 3; 1, 3, 2}	R_3
		3	(3≤3) – da	{1, 3, 3}	valid(3)=1-nu			R_3
	1	2	(2≤3) – da	{2}	valid(1)=1-da	1=3-nu		R_0
								backtr(2, 3), R_4
	2	1	(1≤3) - da	{2, 1}	valid(2)=1-da	2=3-nu		R_4
								backtr(3, 3), R_5
	3	1	(1≤3) - da	{2, 1, 1}	valid(3)=1-nu			R_5
		2	(2≤3) - da	{2, 1, 2}	valid(3)=1-nu			R_5
		3	(3≤3) - da	{2, 1, 3}	valid(3)=1-da	3=3-da	{1, 2, 3; 1, 3, 2; 2, 1, 3}	R_5
	2	2	(2≤3) - da	{2, 2}	valid(2)=1-nu			R_4
		3	(3≤3) - da	{2, 3}	valid(2)=1-da	2=3-nu		R_4
								backtr(3, 3), R_6
	3	1	(1≤3) - da	{2, 3, 1}	valid(3)=1-da	3=3-da	{1, 2, 3;1, 3, 2; 2, 1, 3; 2, 3, 1}	R_6
		2	(2≤3) - da	{2, 3, 2}	valid(3)=1-nu			R_6
		3	(3≤3) - da	{2, 3, 3}	valid(3)=1-nu			R_6
	1	3	(3≤3) - da	{3}	valid(1)=1-da	1=3-nu		R_0
								backtr(2, 3), R_7
	2	1	(1≤3) - da	{3, 1}	valid(2)=1-da	2=3-nu		R_7
								backtr(3, 3), R_8
	3	1	(1≤3) - da	{3, 1, 1}	valid(3)=1-nu			R_8
		2	(2≤3) - da	{3, 1, 2}	valid(3)=1-da	3=3-da	{1, 2, 3;1, 3, 2, 2, 1, 3; 2, 3, 1; 3, 1, 2}	R_8
		3	(3≤3) - da	{3, 1, 3}	valid(3)=1-nu			R_8
	2	2	(2≤3) - da	{3, 2}	valid(2)=1-da	2=3-nu		R_7
								backtr(3, 3), R_9
	3	1	(1≤3) - da	{3, 2, 1}	valid(3)=1-da	3=3-da	{1, 2, 3;1, 3, 2; 2, 1, 3; 2, 3, 1; 3, 1, 2; 3, 2, 1}	R_9
		2	(2≤3) - da	{3, 2, 2}	valid(3)=1-nu			R_9
		3	(3≤3) - da	{3, 2, 3}	valid(3)=1-nu			R_9
	2	3	(3≤3) - da	{3, 3}	valid(2)=1-nu			R_7
		4	(4≤3) - nu					R_0

Am obținut matricea **perm** ce include toate substituțiile pentru **n**=3,

perm={(1, 2, 3), (1, 3, 2), (2, 1, 3), (2, 3, 1), (3, 1, 2), (3, 2, 1)}.

Următorul pas este testarea relației α(**x**) ∘ β(**y**) = γ(**x** * **y**) pentru fiecare din substituțiile evidențiate.

1) Fie $\alpha_1 = \beta_1 = \gamma_1 = (1, 2, 3)$. Verificăm dacă obținem ori nu izomorfism pentru substituția dată.

x	**y**	**α(x)**	**β(y)**	**α(x) ∘ β(y)**	**γ(x * y)**	**α(x)∘β(y)=γ(x*y)**
1	1	α(1) = 1	β(1) = 1	α(1) ∘ β(1) = 1 ∘ 1 = 3	γ(1 * 1) = γ(1) = 1	3 ≠ 1

Deci, α (**x**) ∘ α (**y**) ≠ α (**x** * **y**) și condiția pentru izomorfism nu se îndeplinește.

2) Fie $\alpha_2 = \beta_2 = \gamma_2 = (1, 3, 2)$. Verificăm dacă obținem ori nu izomorfism pentru substituția dată.

x	**y**	**α(x)**	**β(y)**	**α(x) ∘ β(y)**	**γ(x * y)**	**α(x)∘β(y)=γ(x*y)**
1	1	α(1) = 1	β(1) = 1	α(1) ∘ β(1) = 1 ∘ 1 = 3	γ(1 * 1) = γ(1) = 1	3 ≠ 1

Deci, α (**x**) ∘ α (**y**) ≠ α (**x** * **y**) și condiția pentru izomorfism nu se îndeplinește.

3) Fie $\alpha_3 = \beta_3 = \gamma_3 = (2, 1, 3)$. Verificăm dacă obținem ori nu izomorfizm pentru substituția dată.

x	**y**	**α(x)**	**β(y)**	**α(x) ∘ β(y)**	**γ(x * y)**	**α(x)∘β(y)=γ(x*y)**
1	1	α(1) = 2	β(1) = 2	α(1) ∘ β(1) = 2 ∘ 2 = 2	γ(1 * 1) = γ(1) = 2	2 = 2
1	2	α(1) = 2	β(2) = 1	α(1) ∘ β(2) = 2 ∘ 1 = 1	γ(1 * 2) = γ(2) = 1	1 = 1
1	3	α(1) = 2	β(3) = 3	α(1) ∘ β(3) = 2 ∘ 3 = 3	γ(1 * 3) = γ(3) = 3	3 = 3
2	1	α(2) = 1	β(1) = 2	α(2) ∘ β(1) = 1 ∘ 2 = 1	γ(2 * 1) = γ(2) = 1	1 = 1
2	2	α(2) = 1	β(2) = 1	α(2) ∘ β(2) = 1 ∘ 1 = 3	γ(2 * 2) = γ(3) = 3	3 = 3
2	3	α(2) = 1	β(3) = 3	α(2) ∘ β(3) = 1 ∘ 3 = 2	γ(2 * 3) = γ(1) = 2	2 = 2
3	1	α(3) = 3	β(1) = 2	α(3) ∘ β(1) = 3 ∘ 2 = 3	γ(3 * 1) = γ(3) = 3	3 = 3
3	2	α(3) = 3	β(2) = 1	α(3) ∘ β(2) = 3 ∘ 1 = 2	γ(3 * 2) = γ(1) = 2	2 = 2
3	3	α(3) = 3	β(3) = 3	α(3) ∘ β(3) = 3 ∘ 3 = 1	γ(3 * 3) = γ(2) = 1	1 = 1

Observăm că avem izomorfism pentru substituția $\alpha_3 = \beta_3 = \gamma_3 = (2, 1, 3)$ și α (**x**) ∘ α (**y**) = α (**x** * **y**).

4) Fie $\alpha_4 = \beta_4 = \gamma_4 = (2, 3, 1)$. Verificăm dacă obținem ori nu izomorfizm pentru substituția dată.

x	**y**	**α(x)**	**β(y)**	**α(x) ∘ β(y)**	**γ(x * y)**	**α(x)∘β(y)=γ(x*y)**
1	1	α(1) = 3	β(1) = 3	α(1) ∘ β(1) = 3 ∘ 3 = 1	γ(1 * 1) = γ(1) = 3	1 ≠ 3

Deci, α (**x**) ∘ α (**y**) ≠ α (**x** * **y**) și condiția pentru izomorfism nu se îndeplinește.

5) Fie $\alpha_5 = \beta_5 = \gamma_5 = (3, 1, 2)$. Verificăm dacă obținem ori nu izomorfizm pentru substituția dată.

x	y	α(x)	β(y)	α(x) ∘ β(y)	γ(x * y)	α(x)∘β(y)=γ(x*y)
1	1	α(1) = 2	β(1) = 2	α(1) ∘ β(1) = 2 ∘ 2 = 2	γ(1 * 1) = γ(1) = 2	2 = 2
1	2	α(1) = 2	β(2) = 3	α(1) ∘ β(2) = 2 ∘ 3 = 3	γ(1 * 2) = γ(2) = 3	3 = 3
1	3	α(1) = 2	β(3) = 1	α(1) ∘ β(3) = 2 ∘ 1 = 1	γ(1 * 3) = γ(3) = 1	1 = 1
2	1	α(2) = 3	β(1) = 2	α(2) ∘ β(1) = 3 ∘ 2 = 3	γ(2 * 1) = γ(2) = 3	3 = 3
2	2	α(2) = 3	β(2) = 3	α(2) ∘ β(2) = 3 ∘ 3 = 1	γ(2 * 2) = γ(3) = 1	1 = 1
2	3	α(2) = 3	β(3) = 1	α(2) ∘ β(3) = 3 ∘ 1 = 2	γ(2 * 3) = γ(1) = 2	2 = 2
3	1	α(3) = 1	β(1) = 2	α(3) ∘ β(1) = 1 ∘ 2 = 1	γ(3 * 1) = γ(3) = 1	1 = 1
3	2	α(3) = 1	β(2) = 3	α(3) ∘ β(2) = 1 ∘ 3 = 2	γ(3 * 2) = γ(1) = 2	2 = 2
3	3	α(3) = 1	β(3) = 1	α(3) ∘ β(3) = 1 ∘ 1 = 3	γ(3 * 3) = γ(2) = 3	3 = 3

Observăm că avem izomorfism pentru substituția $\alpha_3 = \beta_3 = \gamma_3 = (2, 1, 3)$ și α (**x**) ∘ α (**y**) = α (**x** * **y**).

6) Fie $\alpha_6 = \beta_6 = \gamma_6 = (3, 2, 1)$. Verificăm dacă obținem ori nu izomorfizm pentru substituția dată.

x	y	α(x)	β(y)	α(x) ∘ β(y)	γ(x * y)	α(x)∘β(y)=γ(x*y)
1	1	α(1) = 3	β(1) = 3	α(1) ∘ β(1) = 3 ∘ 3 = 1	γ(1 * 1) = γ(1) = 3	1 ≠ 3

Deci, α (**x**) ∘ α (**y**) ≠ α (**x** * **y**) și condiția pentru izomorfism nu se îndeplinește.

P5. Deci pentru substituțiile $\alpha_3 = (2, 1, 3)$ și $\alpha_5 = (3, 1, 2)$, obținem că grupoidul (**Q**, *) este izomorf cu (**Q**, ∘) .

P6. Grupoizii dați (**Q**, *) și (**Q**, ∘) sunt izomorfi pentru substituțiile α_3, α_5.

Funcția VerificareIzomorf(q1, a, b, g, q2, n) descrisă în (4-SVI), reîntoarce valoarea 1 dacă grupoidul q1 și q2 sunt izomorfi în raport cu substrituțiile a, b, g, unde n – număr de elemente în mulțimea grupoidului.

PROBLEMĂ. Folosind algoritmul de mai sus, pentru fiecare din exemplele de mai jos, să se verifice dacă există izomorfism între grupoizii (**Q**,•) și (**Q**, *).

Ex. 1

(**Q**, •)

	1	2	3	4
1	1	2	3	4
2	2	3	4	1
3	4	1	2	3
4	3	4	1	2

(**Q**, *)

•	1	2	3	4
1	1	2	3	4
2	2	4	1	3
3	4	3	2	1
4	3	1	4	2

Ex. 2

(**Q**, •)

•	1	2	3	4
1	1	2	3	4
2	2	1	4	3
3	3	4	1	2
4	4	3	2	1

(**Q**, *)

•	1	2	3	4
1	2	1	4	3
2	1	2	3	4
3	4	3	2	1
4	3	4	1	2

Ex. 3

(**Q**, •)

•	1	2	3
1	1	2	3
2	3	1	2
3	2	3	1

(**Q**, *)

•	1	2	3
1	3	2	1
2	1	3	2
3	2	1	3

Ex. 4

(**Q**, •)

•	1	2	3
1	1	2	3
2	2	3	1
3	3	1	2

(**Q**, *)

•	1	2	3
1	3	1	2
2	2	3	1
3	1	2	3

4. Soluție pentru algoritmul de verificarea izomorfismelor de grupoizi

```
//C-Free 5.0
#include<iostream.h>
#include<iomanip.h>
const int nn = 100;
const int ng = 10;
int kf = -1, perm[nn][10], s[nn];
int valid(int p) {//1-true 0-false
   int i, ok = 1;
   for (i = 1; i <= p - 1; i++)
      if (s[p] == s[i]) ok = 0;
   return ok;}
void StToMatrix(int n) {    int i;
   for (i = 1; i <= n; i++) {
      perm[kf][i] = s[i];    }
   kf++;    }
void backtr(int p, int n) {    int i;
   for (i = 1; i <= n; i++) {  s[p] = i;
      if (valid(p) == 1) {
    if (p == n) { StToMatrix(n); }
    else { backtr(p + 1, n); }   }  } }
void Atribuire(int n1, int gr[nn][nn]) {
   int i, j;
   for (i = 1; i <= n1; i++)
      for (j = 1; j <= n1; j++) {
         cout << "gr[" << i << ", " << j <<
"]="; cin >> gr[i][j];        }  }
void Afisare(char NumeGr[ng], char
Operatie, int n1, int gr[nn][nn]) {
   int i, j;
   cout << "Grupoidul: (" << NumeGr <<
"," << Operatie << ")={";
  for (i=1; i<n1; i++) cout <<i<< ", ";
   cout << n1 << "};" << endl;
   cout << "Cu operatia binara:" << endl;
   cout << setw(2) << Operatie << "|";
   for (i = 1; i <= n1; i++) cout << setw(3)
<< i; cout << endl;
   cout << "--+";
   for (i = 1; i <= n1; i++) cout << "---";
cout << endl;
   for (i = 1; i <= n1; i++) {
      cout << setw(2) << i << "|";
      for (j = 1; j <= n1; j++) {
         cout << setw(3) << gr[i][j]; }
      cout << endl;    }  }
int VerificareIzomorf(int q1[nn][nn], int
a[nn], int b[nn], int g[nn], int q2[nn][nn],
int n) {
   int i, j, k, iz = 1, ax, by, gq2;
   for (i = 1; i <= n; i++) {
      for (j = 1; j <= n; j++) {
         ax = -1, by = -1, gq2 = -1;
         for (k = 1; k <= n; k++) {
            if (a[k] == i) ax = k;
            if (b[k] == j) by = k;
      if (g[k] == q1[i][j]) gq2 = k;   }
 if ((ax > 0) && (by > 0) && (gq2 >> 0))
{
            if (q2[ax][by] != gq2) { iz = 0; j
= n; i = n; };      }     }  }
   return iz;  }
int main() {  int q1[nn][nn], q2[nn][nn];
   int iz,  i, j, k, p, n;
   cout << "Dimensiune (Q,.) n=";cin>>n;
   cout << "Introdu grupoidul (Q,.):\n";
Atribuire(n, q1);
   cout << "Introdu grupoidul (Q,*):\n";
Atribuire(n, q2); Afisare("Q",'.',n,q1);
Afisare("Q",'*',n,q2); kf=1; backtr(1,n);
 iz = 0;  cout << "perm[k][i] = \n";
   for (k = 1; k < kf; k++) {
      for (i = 1; i <= n; i++)
         cout << perm[k][i] << ", ";
      cout << endl;    }
```

```
    for (k = 1; k < kf; k++) {
        p = VerificareIzomorf(q1, perm[k], perm[k], perm[k], q2, n);
        if (p == 1) {       iz = 1;
            cout << "Avem izomorfizm pentru substitutia ALFA = ";
            for (i = 1; i <= n; i++) cout << setw(4) << perm[k][i];
            cout << endl;      }    }
    if (iz == 0) {       cout << "Grupoizii nu sunt izomorfi !\n";    }
    return 0;
}
```

5. Rezultate

Rezultate obținute privind verificarea izomorfismelor de grupoizi:

	Ex 1		Ex 2		Ex 3		Ex 4	
	(Q, •)	(Q, *)	(Q, •)	(Q, *)	(Q, •)	(Q, *)	(Q, •)	(Q, *)
Avem izomorfizm pentru substituția	α = (1 2 4 3)		α = (2 1 3 4) α = (2 1 4 3) α = (2 3 4 1) α = (2 4 1 3)		Nu există izomorfism		Nu există izomorfism	

Concluzii. Înțelegerea noțiunilor algebrice pentru studenții informaticieni și aplicarea lor la soluționarea unor probleme practice, nu întotdeauna este un proces simplu și clar. În articolul respectiv sunt prezentate unele abordări metodice care se referă la algoritmul verificării izomorfismelor de grupoizi, algoritm necesar pentru studierea unor compartimente din criptografie. Astfel interpretate și redate conceptele fundamentale din algebra abstractă devin mai clare pentru studenții informaticieni și, ulterior, le pot aplica cu succese în practică. Metodologia propusă, facilitează procesul de pregătire a informaticienilor în domeniul algebrei abstracte, algoritmică și programare.

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)”, inclus în „Program de stat” (2020-2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20, cu suportul financiar oferit de Agenția Națională pentru Dezvoltare și Cercetare

Bibliografie

1. CHIRIAC, L. *Structuri algebrice pe computer*. Chișinău, 2014. ISBN 978-9975-53-301-0, 60 p.
2. GALLIAN, J.A. *Contemporary Abstract Algebra*. Cengage Learning, 2017. 631 p. ISBN: 978-1-305-65796-0.
3. https://en.wikipedia.org/wiki/Isomorphism. *Isomorphism*. [accesat la data de 10.02.2020].

CZU: 371.3:004.8

ROBOTICA EDUCAȚIONALĂ – O DISCIPLINĂ INTEGRATOARE ÎN ABORDAREA STEAM

Liubomir CHIRIAC, dr. hab., prof. univ.
Natalia LUPAȘCO, dr., conf. univ.
Maria PAVEL, dr., conf. univ.
Zahar STEPANOV, drd.
Universitatea de Stat din Tiraspol

Rezumat. În lucrare sunt examinate unele aspecte care țin de tendințele și evoluțiile *Roboticii educaționale* din perspectiva STEAM. Sunt examinate unele repere istorico-didactice care țin de dezvoltarea roboticii. Sunt scoase în evidență obiectivele studierii Roboticii educaționale. Este analizată conexiunea dintre Robotică și Inteligența Artificială.

Abstract. The paper examines some aspects related to the trends and evolutions of Educational Robotics from the perspective of STEAM. Some historical-didactic landmarks related to the development of robotics are examined. The objectives of the study of Educational Robotics are highlighted. The connection between Robotics and Artificial Intelligence is analysed.

Cuvinte cheie: robotica educațională, inteligența artificială, conexiuni interdisciplinare.
Keywords: educational robotics, artificial intelligence, interdisciplinary connections.

1. Evoluția și dezvoltarea sectorului TIC în Republica Moldova

În lumea modernă, în situația când volumul de cunoștințe și informații, în funcție de domeniul examinat, se dublează practic la 3-5 ani, reformarea procesului educațional rămâne a fi o prioritate importantă pentru statul Republica Moldova.

În Moldova, în ultima perioadă, se pune un accent special pe îmbunătățirea competitivității și eficienței principalelor industrii, inclusiv a IT. Să examinăm tabelul de mai jos.

Tabelul 1. Evoluția/Dezvoltarea sectorului TIC în Republica Moldova

	Anul 2015	**Anul 2020**
Numărul companiilor TIC	1.714	2.397
Număr de angajați în sectorul TIC	21.317	30.525
Venituri din prestarea serviciilor TIC (Total mii lei)	8.506.197,22	15.379.792,00
Industria IT:	2.150.425,18	7.375.921,50
Volumul exporturilor din produse/servicii TIC (mil. $)	165,01	304,11

Sursa: Datele Asociației Naționale a Companiilor din Domeniul TIC (ATIC)

Exporturile produselor și serviciilor TIC a depășit în anul 2020 suma de 300 mln. dolari (USD), depășind cu mult exportul vinurilor (care au înregistrat în anul 2019 peste 400 de milioane de lei). De altfel, numărul companiilor IT a crescut de la 1700 în anul 2015 la 2397 în anul 2020. La fel și numărul angajaților, în această perioadă, a crescut de la 21317

în anul 2015 cu circa 9000 ajungând în anul 2020 la circa 30525 de angajați în sectorul IT. Cu regimul fiscal al *Moldova IT Park*, media de salarizare a angajaților din cele 600 de companii a ajuns la 29000 lei lunar. În așa mod, s-a reușit elaborarea de politici motivaționale la nivel de țară pentru programatorii și inginerii IT de înaltă calificare care își aduc aportul la creșterea economică a Republicii Moldova. Industria IT oferă locuri de muncă, dar se confruntă cu problema educării forței de muncă calificate.

Chiar dacă avem o industrie dezvoltată în domeniul tehnologiilor informaționale, numărul de roboți în industrie raportat la 10 000 de angajați este infim, și reprezintă raportul de 0,1 la sută. Aceasta constituie o problemă care urmează a fi soluționată cât mai repede posibil într-un viitor apropiat.

În acest context, inițiativa inovatoare a USAID de a promova educația STEM (știință, tehnologie, inginerie și matematică) are drept scop inițierea copiilor (10-18 ani) în programare, codificare și inginerie și îi sprijină să urmeze o carieră în domeniul IT.

Astfel, proiectul de competitivitate în Moldova, susținut de USAID în perioada 2015-2020, a sprijinit eforturile țării de a promova o economie puternică, diversificată și orientată spre export. Accentul a fost pus pe turism, industria ușoară și domeniul IT cu scopul de a spori veniturile, combate sărăcia și reduce migrarea.

Începând cu anul de studiu 2015, *Robotica* a fost introdusă în calitate de disciplină opțională în programul școlar, ca o componentă a proiectului menționat mai sus. Se preconizează că în învățământul primar, disciplina opțională *Robotica* va fi propusă elevilor în clasele a III-a - a IV-a; în învățământul gimnazial elevilor din clasele a VII-a - a IX-a; în învățământul liceal elevilor din orice clasă liceală.

Obiectul de studiu al Roboticii ca știință aplicativă pluridisciplinară este construirea, programarea și utilizarea roboților. Ca disciplină școlară, Robotica are drept scop principal formarea și dezvoltarea creativității tehnice și gândirii algoritmice ale elevului și se întemeiază pe următoarele principii [1]:

- îmbinării proceselor de predare-învățare a cunoștințelor teoretice cu activitățile practice în laboratoarele de robotică;
- adaptării cunoștințelor predate la vârsta elevilor;
- pluridisciplinarității;
- adecvării metodelor de predare-învățare la instruirea asistată de calculator;
- echilibrării încărcăturii informaționale și continuității între nivele și cicluri de învățământ prin eșalonarea materialului teoretic și aplicativ în funcție de particularitățile de vârstă ale elevului și în concordanță cu particularitățile echipamentelor de robotică și produselor-program destinate conducerii roboților;
- diferențierii și individualizării predării-învățării;

- stabilirii unui nivel obligatoriu de pregătire în domeniul Roboticii și formării capacităților de avansare la însușirea materiilor necunoscute și în aplicarea tehnologiilor cibernetice moderne.

La toate nivelele/cicluri: primar, gimnazial și liceal se prevăd câte 34 de ore pe an. Curriculumul este conceput în așa mod, încât elevul poate alege studierea disciplinei școlare Robotica la un anumit nivel sau ciclu de învățământ fără ca el să o fi studiat la nivelul sau ciclul precedent.

Pentru studierea disciplinei opționale Robotica, pot fi create și grupe mixte, care vor fi alcătuite din elevi de diferite niveluri și cicluri de învățământ. În astfel de cazuri, conținuturile, sarcinile și activitățile de învățare vor fi stabilite în mod individual pentru fiecare grupă de vârstă, iar integrarea activităților de predare-învățare-evaluare se va realiza prin elaborarea, de către echipele de elevi de diferite vârste, a unor proiecte comune.

Potrivit curriculumului, elevii din ciclul primar vor studia inițierea în robotică, principiile de construcție a unui robot și modul de dirijare a roboților. Cei din învățământul secundar și gimnazial vor face lecții de introducere în robotică, vor construi, conduce și programa roboții, iar elevii din ciclul secundar și liceal vor face lecții de introducere în robotică și vor studia structura și controlul roboților. Elevii vor fi capabili să elaboreze și să programeze algoritmii de conducere cu modelele de roboți.

2. Robotica educațională – o disciplină integratoare în abordarea interdisciplinară

Robotica educațională este o disciplină care studiază modalitățile de proiectare, analiză, aplicare și operare a roboților. Roboții se divizează în următoarele categorii: roboți articulați și roboți mobili (vehicule autonome).

Robotica educațională este studiată atât în sistemul preuniversitar cât și în sistemul universitar. Această disciplină are conexiuni puternice și cu programarea calculatoarelor, inteligența artificială și proiectarea inginerească. Inginerii din domeniul roboticii proiectează roboți, îi mențin și dezvoltă noi aplicații pentru operarea lor. Potențialul roboticii este nelimitat și din aceste considerente în domeniul dat se efectuează cercetări intense.

Robotica educațională este o disciplină care integrează cunoștințe din matematică, fizică, desen, tehnologie, științe ale naturii cu accent special pe dezvoltarea creativității inginerești, devenind o disciplină tot mai populară. Scoatem în evidență câteva avantaje pedagogice esențiale pentru dezvoltarea elevilor:

- Dezvoltarea gândirii logice: gândirea logică se referă în mod special la clasificare, modelare și înțelegerea relațiilor și conexiunilor dintre elemente în procesul de construcție a roboților.
- În contextul proiectării se dezvoltă inteligența practică și gândirea creativă.

- În contextul programării se dezvoltă abilitățile de formalizare a proceselor de acțiune rezultate și feedback.
- Extinderea și aprofundarea cunoștințelor, în special, cunoștințelor din mecanică, electricitate, fizică, matematică, geometrie aplicată, algoritmică și programare.
- Capacitatea de asimilare a criteriilor și principiilor de proiectare și evaluare.

Principalele principii didactice generale în procesul de studiere a Roboticii Educaționale se referă la următoarele:

- Claritatea;
- Accesibilitatea;
- Conexiunea dintre teorie și practică;
- Consecvența și sistematicitatea;
- Consolidarea cunoștințelor, abilităților și deprinderilor;
- Caracterul științific;
- Conștiinciozitatea și activitatea de instruire;
- Abordarea individuală a instruirii.

Principiile specifice predării-învățării disciplinei Robotica. Curriculumul propune un model de studiu integrat al disciplinei școlare Robotica, model care contribuie la formarea la elevi a unei concepții unitare asupra roboticii ca știință și asupra metodelor de implementare a conceptelor cibernetice pentru dezvoltarea perpetuă a societății contemporane. În acest context se conturează următoarele principii specifice ale disciplinei școlare Robotica [1]:

- Principiul abordării integrate a disciplinei – structurarea conținuturilor într-un model integrat.
- Principiul centrării activității / demersului didactic pe elev.
- Principiul funcționalității sociale a procesului didactic, axat pe activități practice.
- Principiul corelației interdisciplinare, care presupune abordarea unui demers didactic inter/transdisciplinar. Astfel, evidențiem interacțiunile dintre discipline / compartimente principale care țin de abordarea interdisciplinară:
  - *Sisteme electrice și circuite electronice;*
  - *Conexiuni seriale și paralele;*
  - *Motoare de curent continuu și de curent alternativ;*
  - *Drive;*
  - *Mecanica mișcării;*
  - *Fizica aplicată;*
  - *Matematică;*
  - *Programare;*
  - *Analiza și dezvoltarea algoritmilor etc.*

3. Scurt istoric privind dezvoltarea roboticii

Matematicianul grec Arhitas, în anul 350 î.Hr., a construit o pasăre mecanică, numită Porumbelul, care era propulsată cu abur. A fost unul dintre primele studii despre zbor din istorie, precum și primul model de aeroplan. Nu în zădar, în 322 î.Hr., filozoful grec Aristotel, a prevăzut o dezvoltare a roboților: *„Dacă fiecare unealtă ar putea face, la ordin sau din proprie inițiativă, munca ce i se potrivește… atunci n-ar mai fi nevoie nici de ucenici pentru lucrătorii meșterului, nici de sclavi pentru stăpâni”.*

Să examinăm cele mai importante etape care țin de dezvoltarea roboticii [1-9].

Tabelul 2. Etapele dezvoltării roboticii

Repere în timp	Realizare în domeniul roboticii
sec. III î.Hr	Primul robot antic este considerat Talos din Creta, care acum câteva mii de ani în urmă reprezenta o mașină perfect operațională, construită de Hefaistos – zeul metalurgiei și a sculpturii, unul din cei 12 zei ai Olimpului
350 î.Hr	Matematician grec Arhitas a construit o pasăre mecanică, numită Porumbelul, care era propulsată cu abur
secolul XIII	Ramon Lull, teolog spaniol, a inventat un dispozitiv pentru descoperirea adevărurilor non-matematice prin intermediul combinatoricii
1206	Al-Jazari, un inventator arab, a conceput ceea ce se crede a fi primul robot umanoid programabil, o barcă care transporta patru muzicieni mecanici alimentați de fluxul de apă
1642	A fost conceput de celebrul matematician B. Pascal un dispozitiv de calcul ”Pascalina”, care putea face adunări.
1673	Gottfried Wilhelm Leibniz a inventat un dispozitiv mecanic de calcul care putea efectua toate operațiile aritmetice
1800	S-au inventate jucăriile Karakuri Hisashige, Tanaka. Erau niște jucării mecanice care puteau servi doritorii cu ceai, lansa săgeți și erau în stare să vopsească.
1801	Joseph Marie Charles, supranumit *Jacquard*, (n. 7 iulie 1752, Lyon - d. 7 august 1834, Oullins), inventator francez, a creat războiul de țesut semi-automat (programabil)
1805	În jurul anului 1800-1805, mecanicul și ceasornicarul elvețian Henri Maillardet (1745-1830), care lucra atunci la Londra, a creat un automat extraordinar, cunoscut sub numele de „Draftman-Writer”. H. Maillardet a construit o mare colecție de automate (aproximativ 10 mașini). „Draftman-Writer” avea cea mai mare „memorie” (bazată pe camă) a oricărei astfel de mașini construită vreodată, suficientă pentru a face patru desene și trei poezii (două în franceză și una în engleză)
1837	În acest an Babbage a proiectat „Motorul Analitic”, care din cauză constrângerilor financiare și limitărilor tehnologice nu a reușit să-l construiască. Fiind construită, după schițele lui Babbage, tocmai în anul 1991, mașina funcționa perfect. Ideile sale s-au dovedit a fi atât de revoluționare încât nu erau în stare să fie înțelese de contemporani
1936	Inventatorul german K. Zuse a construit primul computer digital, complet programabil, fapt confirmat de cererea de patent pe care el a depus-o la 11 aprilie, 1936
1939	La expozițiile din perioada 1939 și 1940 era prezentat robotul umanoid Elektro Westinghouse Electric Corporation

1944	În anul 1944, Horward Aiken, de la Universitatea Harvard și compania IBM, a împrumutat din ideile lui Babbage, care țin de Conceptul Motorului Analitic, la construcția primului computer programabil american Mark 1
1946	Inventatorul american G. C Devol a construit un dispozitiv capabil să înregistreze semnale electrice cu suport magnetic și totodată putea să le reproducă pentru a conduce o mașină mecanică. Tot în anul acesta sunt inventate primele calculatoare. Astfel J. Presper Eckert și John Maulchy au construit computerul ENAC la Universitatea din Pennsylvania. Iar la Institutul de Tehnologie din Massachusetts (MIT) a fost dezvoltată prima mașină digitală de uz general
1951	A fost inventat un robot cu manipulatoare de telecomandă pentru prelucrarea materialelor radioactive
1952	Prototipul mașinii controlate numeric a fost demonstrat la Institutul de Tehnologie din Massachusetts (MIT). A fost conceput limbajul de programare APT (Automatically Programmed Tooling) care a fost dezvoltat și publicat în 1961
1954	Celebrul inventator american George Devol a dezvoltat primul robot programabil și introduce termenul „automat universal”, numit ulterior Unimation.
1956	În acest an John MaCarthy, profesor la Stanford University, a introdus termenul de inteligență artificială (Artificial Intelligence (AI)). Tot el a dat și o definiție laconică: „Inteligența Artificială este știința și ingineria producerii de mașini inteligente”
1956	A fost inventat și promovat primul robot comercial al companiei Unimation, fondată de George Devol și Joseph Engelberger
1961	A fost construit primul robot industrial Unimate pentru compania General Motors
1964	În premieră la Institutul de Tehnologie din Massachusetts, Stanford Research Institute și Universitatea din Edinburgh au fost deschise Laboratoare de cercetare în domeniul inteligenței artificiale
1968	A fost dezvoltat la Standford Research Institute (SRI) un robot mobil numit „Shakey”, care a fost echipat cu o varietate de senzori, precum și o cameră video și senzori tactili
1973	A fost dezvoltat primul limbaj de programare pentru roboți, numit WAVE. Ulterior, în anul 1974, a fost dezvoltat limbajul AL
1978	La Cincinnati Milacron a fost inventat Robotul T3 care era adaptat și programat pentru efectuarea operațiunilor de găurire și tăiere. Ulterior, a fost inventat Robotul PUMA (Programabil Universal Machine for Assambly) pentru sarcini privind asamblarea automatului Unimation
1979	La Universitatea Yamanashi din Japonia a fost inventat un robot de tip SCARA (Selective Compliance Arm for Robotic Assambly) capabil să efectueze operațiuni de asamblare
1981	La Universitatea Carnegie Mellon, a fost creat un robot care utiliza motoare electrice localizate în articulațiile manipulatorului. Robotul se deosebea radical de roboții mecanici obișnuiți
1984	Compania japoneză SONY a creat un mic umanoid „Robodex 2000” care îndeplinea diverse sarcini
2000	Companiile ASIMO, Honda Motor Co. Ltd. au inventat un robot umanoid capabil să efectueze mișcare bipedă și care putea să interacționeze cu oameni
2003	Compania Sony a inventat Robotul - Qrio care a devenit primul robot-umanoid comercial ce putea să funcționeze complet autonom

2017	Pentru dezvoltarea Inteligenței Artificiale se fac, în premieră, investiții extrem de mari la nivel internațional. Astfel, Statele Unite, dar și China, au anunțat în 2017 un plan de investiții publice în valoare de 22 de miliarde de dolari în domeniul Inteligenței Artificiale până în 2020
2018	Comisia UE a îndemnat statele membre și sectorul privat să investească în domeniul IA până în 2020 în total 20 de miliarde euro

4. Charles Babbage - părintele informaticii moderne

Charles Babbage faimosul matematician și inginer englez, în premieră a dezvoltat idei și a proiectat o mașină de calculat programabilă, care în linii mari coincide cu computerele moderne. Din aceste motive Charles Babbage este considerat „părintele informaticii”. În 1837 Babbage și-a proiectat „Motorul Analitic”, care din cauză constrângerilor financiare și limitărilor tehnologice nu a reușit să o construiască. Fiind construită, după schițele lui Babbage, tocmai în anul 1991, mașina funcționa perfect. Ideile sale s-au dovedit a fi atât de revoluționare încât nu erau în stare să fie înțelese de contemporani. Motorul Analitic avea o memorie de acces aleatoriu (RAM), avea un cititor de cartele profesionale și includea chiar și o imprimantă. Motorul Analitic dispunea de o unitate centrală de procesare (CPU) care era în stare să efectueze tipurile de operații logice și aritmetice pe care, în zilele noastre, le poate realiza orice CPU. Este semnificativ faptul că Motorul Analitic avea o unitate specială de programe cu un limbaj de mașină similar celor de astăzi. Babbage descrie, în anul 1837, caracteristicile mașinii sale în lucrarea „On the Mathematical Powers of the Calculating Engine”. Primul program pentru Motorul Analitic a lui Babbage a fost elaborat de Ada Lovelace, fiica poetului englez Byron, care a rămas în istorie ca primul programator.

Conceptul Motorului Analitic a supraviețuit și, ulterior, în anul 1944, Horward Aiken, de la Universitatea Harvard și compania IBM, a împrumutat din ideile lui Babbage la construcția primului computer programabil american Mark 1. Aiken, în semn de respect față de Babbage comenta: „Dacă Babbage ar fi trăit cu șaptezeci de ani mai târziu aș fi rămas fără serviciu”. Astfel, conceptul unui computer cu program stocat, capabil de automodificări, având o memorie adresabilă, beneficiind de ramificări condiționale și capacitatea de a se autoprograma – rămâne să fie până în prezent baza computerelor moderne.

Totuși primul computer programabil din lume a fost realizat de către Konrad Zuse, inventator german. Primul său dispozitiv de calcul Z-1, a fost integral mecanic. Mașina Z-2 utiliza relee și putea să rezolve mai multe ecuații complexe simultan. Cea de-a treia versiune Z-3 a rămas în istorie ca fiind primul computer programabil din lume, chiar dacă în unele surse se argumentează faptul că calculatorul Mark 1, a lui Howard Aiken, este primul în acest sens. Faptul că K. Zuse a construit primul computer digital, complet programabil, este demonstrat de cererea de patent pe care el a depus-o la 11 aprilie, 1936. Computerul programabil a lui Babbage reprezintă primul pas spre dezvoltarea roboților programabili.

5. Robotica și Inteligența Artificială

Dezvoltarea dinamică a tehnologiilor informaționale și roboticii a „îmbogățit” domeniul de Inteligență Artificială (IA) cu noi valențe. Mai jos vom face o scurtă descriere a influenței Roboticii asupra Inteligenței Artificiale.

Modelele moderne de roboți, recunosc lucrurile înconjurătoare, ocolesc obstacolele, se deplasează pe drumul cel mai scurt. Tot odată au în componență computere programate care pot „vedea”, „pipăi”, „mirosi”, „auzi”, pot să distingă vocile și să reacționeze adecvat la diverse stimulente externe. Roboții sunt programați să execute un număr semnificativ de misiuni, în medii puțin periculoase pentru oameni, operații repetitive și plictisitoare pentru oameni. În prezent există deja roboți care pășesc ca oamenii și pot întreține o discuție vie pe tematici general umane. Este necesar de menționat faptul că în prezent sunt roboți care au potențial de creație: roboți-poeți, roboți-compozitori, roboți-dirijori etc., care ating performanțe surprinzătoare în domeniile respective.

Pentru dezvoltarea Inteligenței Artificiale se fac investiții mari la nivel internațional. Astfel, Statele Unite, dar și China, au anunțat în 2017 un plan de investiții publice în valoare de 22 de miliarde de dolari (18 miliarde de euro) în domeniul Inteligenței Artificiale până în 2020. Comisia Europeană, pentru a face față acestei provocări, a venit în luna aprilie, anul 2018, cu o inițiativă privind coordonarea acțiunilor vis-a-vis de dezvoltarea domeniului în Uniunea Europeană. Comisia a invitat în primul rând statele membre și sectorul privat să investească până în 2020 în total 20 de miliarde de euro în cercetare și s-a declarat dispusă să contribuie la acest obiectiv cu o sumă de 1,5 miliarde de euro. Abordarea europeană, tridirecțională, vizează să sporească investițiile publice și private în acest sector, să realizeze pregătirea necesară pentru schimbările socio-economice aferente și să asigure un cadru etic și juridic corespunzător.

Omenirea întotdeauna a încercat să producă instrumente, dispozitive, tehnologii care, fiind puse în aplicație, imitau inteligența umană.

Roboții și formula inteligenței umane a fost, este și va rămâne un mare mister, o mare provocare pentru acei care încearcă să o substituie prin intermediul inteligenței artificiale. Chiar dacă încă nu există criterii clare care ar face distincție intre inteligența umană și cea artificială, omul face eforturi colosale pentru a dezvolta domeniul inteligenței artificiale și al pune în serviciu omenirii. Teama că Inteligența Artificială își va subordona Inteligența Umană, teama că Roboții vor domina omenirea, este discutată tot mai des de cele mai ilustre minți ale omenirii. Chiar dacă Robotica și Inteligența Artificială se dezvoltă cu o viteză uimitoare, în procesul de predare-învățare a informaticii se iscă o serie de întrebări și probleme privind dezvoltarea domeniului la care nu se poate da răspunsuri univoce.

Concluzii

Autorii au făcut o sinteză, o trecere în revistă a celor mai semnificative concepte și idei care au contribuit la dezvoltarea roboticii și IA și tind să scoată în evidență conexiunile

interdisciplinare ce au influențat pozitiv Robotica și care în prezent captivează și atrage tot mai mulți tineri talentați [6-9].

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)", inclus în „Program de stat" (2020-2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20, cu suportul financiar oferit de Agenția Națională pentru Dezvoltare și Cercetare

Bibliografie

1. *Curriculumul pentru disciplina opțională Robotica*. Ministerul Educației și Cercetării, Chișinău, 2015.
2. JONNAERT, Philippe; ETTAYEBI, Moussadak; DEFISE, Rosette. *Curriculum și competențe. Un cadru operațional*. Asociația de Științe Cognitive din Romania, 2010. 111 pag.
3. ROLLINS, Mark. *Beginning LEGO Mindstorms EV3*. Apress, 2014. 297 pag. ISBN-13: 978-1430264361.
4. FERRARI, Mario; FERRARY, Gulio; HEMPEL, Ralph. *Building Robots with LEGO Mindstorms*. Syngress Publishing Inc., 2002. 615 pag.
5. BENEDETTELLI, Daniele. *The LEGO Mindstorms EV3 Laboratory*. Printed in USA, 2014. 409 p.
6. ФИЛИППОВ, С. А. Робототехника для детей и родителей. СПб.: Наука, 2013. 319 с.
7. GEORGESCU, Ioan. *Elemente de inteligență artificială*. București: Editura Academiei Republicii România, 1985.
8. RUSSEL, Stuart J; NORVING, Peter. *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (2nd ed.). Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 2003.
9. IONIȚĂ, Silviu. *Inteligența Artificială – intre tehnologie și etică. Studii și comunicări*. Vol. VIII, 2015.

CZU: 37.02:004

CONCEPEREA ȘI EVOLUȚIA SPAȚIILOR EDUCAȚIONALE MODERNE BAZATE PE MODELE DIDACTICE DE INFLUENȚĂ NEOLIBERALĂ

Liubomir CHIRIAC, dr. hab., prof. univ.
Natalia LUPAȘCO, dr., conf. univ.
Zahar STEPANOV, drd.
Universitatea de Stat din Tiraspol

Rezumat. În lucrare sunt examinate tendințele și evoluțiile care țin de modernizarea spațiilor fizice educaționale, esența conceptului spațiu de coworking. La fel sunt analizate scopul și rolul Laboratoarelor Future Classroom, zonele de învățare și competențele necesare în secolul XXI pentru piața muncii, cât și funcțiile și atribuțiile Laboratorului de Inteligența Artificială Creativă.

Abstract. This article examines the trends and evolutions related to the modernization of educational physical spaces, the essence of the concept of coworking space. The purpose and role of Future Classroom Laboratories, the learning areas and skills needed in the 21st century for the labor market, as well as the functions and responsibilities of the Creative Artificial Intelligence Laboratory are also analyzed.

Cuvinte cheie: spațiu educațional, spațiului de coworking, Laboratorul Future Classroom, Laboratorul de Inteligența Artificială Creativă.

Keywords: educational space, coworking space, Future Classroom Laboratory, Creative Artificial Intelligence Laboratory.

1. Necesitatea creării spațiilor educaționale noi

Un factor important al dezvoltării economice la nivel mondial îl reprezintă tehnologiile. Se știe că de la Adam Smith și Jean Baptiste Say își are originea teoria trinitară a factorilor de producție: munca, natura și capitalul. Istoria dezvoltării economice practic a demonstrat că fără existența celui de-al patrulea factor-tehnologiile, dezvoltarea economică într-o perioadă scurtă de timp ar fi atins limitele creșterii economice. Tehnologiile, inclusiv tehnologiile informaționale, și-au adus un aport colosal la dezvoltarea fiecărui din cei 3 factori menționați mai sus, potențând pe fiecare din ei și contribuind semnificativ la o creștere importantă a productivității. Pe de altă parte, motorul dezvoltării economice este libertatea și nu reglementarea. Se știe că la baza tuturor libertăților se află libertatea persoanei, după care urmează libertatea economică, care ține de asigurarea existenței individului și se exprimă prin intermediul libertății inițiativei private.

Anume prin prisma celor menționate mai sus, conceptul neoliberalismului, dominant în Europa de Vest, influențează direct dezvoltarea și modernizarea sferei educaționale.

În contextul dat, influența neoliberală atât asupra sferei educaționale, cât și a modernizării spațiului fizic școlar care ar corespunde noilor viziuni educaționale impuse de piața muncii în raport cu necesitatea accelerării procesului de elaborare și implementare a tehnologiilor de ultimă generație în dezvoltarea economiei europene este un factor determinant, chiar decisiv, subliniem noi.

2. Ce reprezintă spațiile de coworking?

Pentru a înțelege mai bine tendințele care țin de modernizarea spațiilor fizice școlare vom examina esența conceptul spațiului de coworking, care a influențat radical, în ultima perioadă, arhitectura și designul spațiilor fizice educaționale moderne.

În San Francisco, în anul 2005, la inițiativa lui Brad Neuberg, a fost creat primul spațiu de coworking. Brad Neuberg dezvoltând conceptul de **spațiu de coworking** se referea în premieră la birourile partajate. În așa fel a fost creat San Francisco Coworking Space care era deschis două zile pe săptămână: luni și marți. Cât n-ar părea de straniu, în prima lună a fost complet gol pentru că nimeni nu aflase de conceptul inițiat și promovat de Brad Neuberg. În așa fel, termenul „coworking" definește un spațiu divizat, partajat, care poate fi utilizat în regim de abonament de oricine aflat în căutarea unui birou. Altfel spus, „coworking" este un spațiu în care poți să **lucrezi, creezi** și să **colaborezi**.

Astfel, coworking dispune de spații de birouri care vin cu o serie de facilități ce pot fi accesate de doritori. Ce înseamnă acest fapt? Asta denotă că, pe lângă biroul nemijlocit în care se lucrează zi de zi, Coworking Space oferă acces și la alte servicii complementare care contribuie la facilitarea activității lor: wifi stabil și rapid, loc de relaxare (bean bags, canapele), săli de ședințe pentru întâlniri offline sau online, cafea, ceai etc. Din alt punct de vedere, capacitatea și compartimentarea spațiilor de coworking se regăsește sub diverse forme:

- spații cu încăperi separate de diferite dimensiuni;
- spații deschise de tip open-space.

De regulă spațiile de coworking se adresează persoanelor ce activează în domeniul IT, creativilor (makerspace, cu ateliere de lucru și tot felul de unelte), spații adresate proiectelor sociale, etc. Astfel, în spațiile de coworking se pot întâlni, discuta și coopera experți din diverse domenii. În acest sens, coworkerii se întâlnesc în procesul de lucru într-un mediu creativ, departe de birourile clasice, unde fac schimb de opinii și conlucrează pe segmentele identificate. Ulterior, conceptul de coworking s-a implementat cu succes în dezvoltarea spațiilor educaționale moderne lansate în baza modelelor pedagogice de influență neoliberală.

3. Diversitatea conceptelor privind crearea spațiilor fizice de învățare

În continuare vom examina principalele tipuri de spații fizice școlare care, în opinia noastră, au devenit unele dintre cele mai populare și apreciate în civilizația occidentală. În așa mod, vom evidenția asemănările și diferențele care există în așa spații educaționale, precum: **laboratoare de învățare, makerspaces-uri și laboratoare fab** [1-12**]**. Vom examina similitudinile și diferențele care sunt între aceste tipuri de spații, luând în considerație faptul că termenul „fab lab" este utilizat, uneori, în mod interschimbabil cu „makerspaces". Să facem o analiză succintă privind asemănările și diferențele dintre aceste

trei tipuri de spații din următoarele perspective: locațiile lor, scopul principal, cine le folosește, echipamentele și activitățile care se desfășoară în ele.

Laboratoarele de învățare sunt amplasate de obicei în universități, colegii ori școli. De regulă ele sunt destinate elevilor, studenților și profesorilor din instituția respectivă. Evident, ele pot fi utilizate nu numai de reprezentanții instituției care le găzduiesc, dar cu permisiunea instituțiilor care le dețin în proprietate, în laboratoarele de învățare sunt implicați elevii, studenții și profesorii altor organizații. Laboratoarele de învățare sunt spații flexibile de învățare care permit reconfigurarea ușoară în funcție de nevoile activității de învățare. Misiunea lor este de a oferi condiții pentru învățarea inovatoare, prin diverse activități de învățare, în conformitate cu noile viziuni asupra didacticii și pedagogiei moderne, cu accente clare pe dezvoltarea competențelor cheie și însușirea tehnologiilor moderne. Laboratoarele de învățare, de asemenea implică și conectează diferiți actori interesați în studierea noilor tehnologii, care pledează pentru o cultură deschisă și susțin schimbul de experiență și idei.

Makerspaces-urile sunt spații fizice concepute ca spații de producție, în care se muncește în echipă și se utilizează instrumente inteligente și tehnologii moderne, cum ar fi de exemplu: imprimante 3D, camere digitale, microfoane, instrumente de editare video etc., pentru a confecționa, fabrica diverse produse digitale de interes public. Makerspaces-urile pot fi localizate în școli, colegii, instituții de învățământ superior. Sunt cazuri când makerspaces-urile sunt amplasate ca spații independente ori ca parte a unor instituții publice: biblioteci, incubatoare pentru antreprenori etc. Astfel, în spațiile de producție, se permite deseori, ca localnicii, în afara orelor de curs, să folosească spațiile de producție, pentru și realiza ideile care țin de confecționarea unor produse folosind echipamentul din dotare. Evident, makerspaces-urile, pot colabora cu persoane sau organizații externe în gestionarea și re-configurarea spațiului de lucru.

Laboratoarele Fab țin de organizațiile care fac parte din rețeaua administrată de Fundația Fab, constituită inițial în cadrul MIT, care se mai numesc succint „laboratoare de fabricație”. Laboratoarele Fab permit fabricarea produselor digitale și sunt legate de conceptul Do It Yourself („Fă-o singur” - DIY). DIY este o mișcare publică care are la bază principiul de a construi, modifica sau repara lucrurile de unul singur, în bază de open-source, fără ajutorul direct al profesioniștilor sau al experților certificați. În cadrul mișcării DIY indivizii folosesc materii prime și semi-prime cât și piese concepute pentru a produce, transforma sau reconstrui produse materiale, inclusiv cele digitale. În mod normal, laboratoarele fab sunt deschise pentru publicul larg și prestează servicii la un cost redus ori chiar gratis.

4. Laboratoare Future Classroom Lab

În Uniunea Europeană, de rând cu **Laboratorul de învățare**, este conceput, dezvoltat și promovat conceptul de Future Classroom Lab (FCL) [6-12]. FCL este un spațiu de predare creat în 2012 de European Schoolnet (EUN) și diverși parteneri din industrie, cu

scopul de a „ajuta la vizualizarea modului în care sălile de clasă convenționale și alte spații de învățare pot fi reorganizate pentru a sprijini modernizarea și eficientizarea modalităților și mijloacelor de predare-învățare-evaluare”. Așa dar, Future Classroom Lab, ajută și contribuie la vizualizarea modului în care clasele convenționale și alte spații de învățare pot fi reorganizate, transformate pentru a sprijini modernizarea stilurilor de predare și învățare.

Menționăm că European Schoolnet este o rețea fondată în 1997 la Bruxelles, de ministerele de educație a treizeci și patru de state europene. Obiectivul acestei organizații non-profit este de a ajuta la dezvoltarea inovațiilor și de a promova utilizarea tehnologiilor moderne în educație, prin intermediul: ministerelor educației, școlilor, universităților, profesorilor, cercetătorilor, partenerilor din industrie și companiilor IT.

Organizația pentru Cooperare și Dezvoltare Economică (The Organisation for Economic Development and Cooperation (OCDE)) definește „spațiile de învățare” ca fiind „un spațiu fizic care sprijină procesul de predare și învățare prin multiple și diverse programe și activități didactice, inclusiv tehnologiile moderne, care demonstrează costuri optime, performanța eficientă a clădirii și funcționare în timp, care respectă și sunt în armonie cu mediul și, care încurajează participarea socială, oferind un cadru de învățare sănătos, confortabil, sigur și stimulant pentru participanții săi. În sens îngust, un mediu fizic de învățare este văzut ca o clasă convențională și, în sens larg, ca o combinație de sisteme educaționale formale și informale în care învățarea are loc atât în interiorul, cât și în afara școlii” (OCDE, 2006).

Future Classroom Lab este un spațiu de învățare care este considerat a fi un model al cerințelor educaționale ale secolului XXI. Conceptul spațiilor de acest tip, chiar dacă au fost create și construite în premieră la Bruxelles, sunt deja preluate și replicate în întreaga lume. În acest sens fenomenul promovării internaționale a unui spațiu educațional bazat pe un model didactic de influență neoliberală necesită studiere în profunzime.

Future Classroom Lab este organizat în zone de învățare bazate pe logica abilităților cerute de piața muncii contemporane. Mai mult, în opinia noastră, Future Classroom Lab este abordat din perspectiva rolului în creștere al organizațiilor și companiilor supranaționale care schimbă arena intereselor și politicile legate de educația publică și spațiul fizic care, până nu demult, au fost în exclusivitate sub responsabilitatea statului.

Prin diseminarea și replicarea „de la sine”, spațiile educaționale contemporane, ca model inovator de sală de clasă pentru timpurile moderne, reduc semnificativ din timpul discutării necesității implementării reformărilor pedagogice care ar genera noi idei privind modernizarea arhitecturii și designului școlar.

În acest sens, pot fi admirate spații educaționale contemporane, inovatoare, flexibile, configurate de diferite medii cu limite difuze, spații ale căror configurații sunt similare cu sediile corporative ale giganților IT ori de comunicare (Microsoft, Orange, Google etc.), startup-uri și ateliere de coworking, medii pline de dispozitive tehnologice - tehnologii de informare și comunicare (TIC) - și mobilier colorat și atractiv, cu un design diferențiat și

adaptabil la multiple utilizări pedagogice. Aceste caracteristici se referă la transformările din arhitectura și design-ul școlar datorită, așa cum menționam anterior, unui cadru neoliberal general care ghidează funcționarea societății contemporane.

Nu pot fi construite spații educaționale contemporane fără ca să se țină cont de competențele solicitate de piața muncii, inclusiv de competențele care ar permite să se facă față provocărilor secolului XXI. În contextul respectiv vom scoate în evidență competențele necesare în secolul XXI conform site-ului: www.21stcenturyskills.org.

Tabelul 1. Competențe necesare în secolul XXI

Competențe necesare în secolul XXI
• **Responsabilitate și capacitate de adaptare.** Exersarea responsabilității personale și a flexibilității în contexte legate de propria persoană, loc de muncă și comunitate; stabilirea și atingerea unor standarde și scopuri ridicate pentru sine și pentru ceilalți; tolerarea ambiguității. • **Competențe de comunicare.** Înțelegerea și realizarea unei comunicări eficiente verbale, scrise și multimedia într-o varietate de forme și contexte. • **Creativitate și curiozitate intelectuală.** Dezvoltarea, implementarea și comunicarea ideilor noi altor persoane; deschidere și receptivitate la nou, perspective variate. • **Gândire critică și gândire sistemică.** Exersarea gândirii în ce privește înțelegerea și realizarea unor alegeri complexe; înțelegerea conexiunilor dintre sisteme. • **Informații și abilități media.** Analizarea, accesarea, administrarea, integrarea, evaluarea, și crearea de informații în diverse forme și medii. • **Capacități de colaborare și interpersonale**. Demonstrarea capacităților de lucru în echipă și de conducere; adaptarea la diverse roluri și responsabilități; colaborarea productivă cu ceilalți; conduită empatică; respectarea altor puncte de vedere. • **Identificarea, formularea și soluționarea problemelor. C**apacitatea de a depista, formula, analiza și rezolva probleme. • **Auto-formare**. Monitorizarea propriilor nevoi de înțelegere și învățare; localizarea resurselor corespunzătoare; transferul cunoștințelor dintr-un domeniu în altul. • **Responsabilitate socială**. Acționarea în mod responsabil ținând cont de interesele comunității; demonstrarea unui comportament etic în contexte legate de propria persoană, loc de muncă și comunitate.

Sursă: Parteneriat pentru competențele secolului XXI (www.21stcenturyskills.org)

5. Future Classroom Lab și zonele de învățare

Future Classroom Lab a fost creat, după cum se înțelege deja, în baza conceptului de „zone de învățare”, spații „coworking”, care evidențiază diferite aspecte ale procesului de învățare și predare și, totodată, ajută profesorii să regândească atât aplicabilitatea metodelor didactice privind utilizarea TIC cât și proiectarea spațiului de învățare în funcție de obiectivele punctate.

Așa dar, în cadrul laboratorului FCL, există șase zone de învățare [1, 7], care sunt utilizate în funcție de demersul educațional. Luând în considerare partajarea spațiului fizic, resursele, rolurile elevilor și profesorilor pot fi implementate diferite stiluri de învățare, pot fi testate diferite abordări pedagogice inovatoare, în baza TIC. Astfel zonele: *Interacționează*, *Explorează*, *Creează*, *Dezvoltă*, *Prezintă*, *Comunică* promovează clar conceptul calității: a fi conectat, a fi implicat și a fi provocat.

Luând în considerare competențele necesare secolului XXI punctate în Tabelul 1, mai jos vom descrie esența zonelor de învățare și competențele care pot fi dezvoltate în zonele respective.

Tabelul 2. Zonele de învățare și competențele care țin de zonele respective

Zona Interacționează
Zona respectivă îndeamnă atât profesorii cât și elevii să participe activ la procesul de învățare. În cadrul zonei elevii și profesorii interacționează fac schimb de idei și conlucrează în echipe. În zona Interacționează sunt utilizate diverse tehnologii pentru a dinamiza activitatea elevilor. Mobilierul elevilor poate fi amplasat și reconfigurat astfel încât să poată stimula procesul de studiere al elevilor. ***Dezvoltă competențele:*** *Capacități de colaborare și interpersonale*
Zona Explorează
Zona Explorează promovează învățarea bazată pe proiecte pentru a încuraja colaborarea și a spori spiritul critic a elevilor, pentru a stimula abilitățile de gândire și rezolvare a problemelor. Mobilierul flexibil și echipamentele tehnologice disponibile susțin conceptul de învățare prin realizare. Zona Explorează încurajează și îndeamnă elevii să descopere lucrurile și să participe activ în procesul de explorare. Mobilierul poate fi reconfigurat rapid pentru a organiza lucrul în grup, în perechi sau individual. Diversele tehnologii disponibile sprijină procesul de cercetare. ***Dezvoltă competențele:*** *Identificarea, formularea și soluționarea problemelor; Responsabilitate și capacitate de adaptare*
Zona Creează
Zona Creează încurajează creativitatea. Elevii lucrează la soluționarea unor probleme reale. Interpretarea, analiza, munca în echipă și evaluarea sunt părți importante ale procesului creativ. În zona respectivă elevii își dezvoltă imaginația și propun idei care ar contribui la rezolvarea problemei examinate. Echipamentul performant (camere video, camere digitale, microfoane, instrumente de editare video etc.) încurajează elevii să lucreze în echipe și să comunice eficient. ***Dezvoltă competențele:*** *Creativitate și curiozitate intelectuală*
Zona Dezvoltă
Zona de Dezvoltare este un spațiu pentru învățare informală și auto-reflecție în care elevii pot lucra în mod independent, în ritmul propriu, folosind dispozitive de învățare

personală, jurnale de învățare și portofolii. Zona respectivă încurajează pe elevi să dezvolte abilități metacognitive pe cont propriu și promovează conceptul învățării pe tot parcursul vieții. Zona dată încurajează abordările personalizate în învățare. ***Dezvoltă competențele:*** *Gândire critică și gândire sistemică; Auto-formare.*
Zona Prezintă
Zona Prezintă aduce dimensiunea comunicativă în procesul de învățare. Zona Prezintă este o zonă dedicată pentru prezentări interactive care, prin design și aspect, încurajează interacțiunea și feedback-ul. Instrumente de publicitate online încurajează elevii să ajungă la diferite audiențe prin diverse mijloace și procedee. ***Dezvoltă competențele:*** *Informaţii și abilităţi media; Responsabilitate socială*
Zona Comunică
În Zona Comunică, învățarea elevilor se produce prin munca în echipă, învățarea prin joc, brainstorming și colaborare de la egal la egal. Comunicarea poate fi față în față sau online, sincron sau asincron. În Zona Comunică este încurajat schimbul de idei și este facilitată colaborarea. Spațiul Comunică îi ajută pe profesori și elevi să exploreze conceptul de a colabora, punând accent pe responsabilitate partajată și proprietatea intelectuală, și procese de luare a deciziilor în echipă. ***Dezvoltă competențele:*** *Competențe de comunicare*

Sursa: Prelucrat de autori

După cum vedem, cele 6 spații educaționale care țin de FCR acoperă, promovează și dezvoltă competențele solicitate de piața muncii, care în esență ar face față provocărilor secolului XXI.

Astfel, Future Classroom Lab este un hub unic pentru prezentarea inovațiilor tehnologice și pedagogice, dezvoltarea competențelor care sunt solicitate de piața muncii. Nu în zadar așa giganți industriali, precum, Microsoft, Samsung, Acer, Cisco, Lego și mulți alții, sunt implicați, investesc și susțin această idee inovatoare privind educația tinerii generații. Utilizând Future Classroom Lab, proiectele dedicate dezvoltării profesionale a cadrelor didactice se desfășoară în mod continuu, și au drept scop identificarea, analiza și integrarea celor mai bune practici inovatoare în educație din perspectiva STEAM. European Schoolnet, în decembrie 2013, a lansat Academia Europeană Schoolnet pentru a valorifica experiențele sale de succes, cele mai bune practici în pedagogia digitală și pentru a pune la dispoziție oportunitățile de formare pentru un număr mai mare de profesori din școlile primare și secundare din întreaga Europă. Academia este o platformă în care profesorii din învățământul primar, gimnazial și liceal pot afla despre inovație în educație, prin intermediul FCL și nu numai, prin desfășurarea numeroaselor cursuri gratuite de dezvoltare profesională.

6. Laboratorul de Inteligența Artificială Creativă

În cadrul Universității de Stat din Tiraspol (UST) în anul 2021 a fost lansat **Laboratorul de Inteligența Artificială Creativă (CRAILab).** Constituirea Laboratorului de Inteligență Artificială Creativă este un prim pas realizat în cadrul UST privind modernizarea spațiilor educaționale în conformitate cu demersurile educaționale contemporane axate pe dezvoltarea competențelor în baza conceptelor de „zone de învățare” și spațiu „coworking”.

Inteligența artificială (IA) este considerată un element central al transformării digitale a societății și a devenit o prioritate pentru Uniunea Europeană. Tehnologii de IA există de peste 50 de ani, însă elaborarea unor noi algoritmi, creșterea puterii de calcul, disponibilitatea unor cantități enorme de date au condus la progrese majore în domeniul IA în ultimii ani.

În acest context, crearea unui spațiu educațional modern, cum este Laboratorul IAC în cadrul UST, dotat cu mobilier și echipamente tehnice și electronice de ultimă oră (drone, imprimante 3D etc.), care poate fi reorganizat și reconfigurat în funcție de demersul educațional axat pe tehnologiile TIC, contribuie la creșterea eficientizării procesului de predare-învățare-evaluare a Inteligenței Artificiale și a implementării STEAM în studierea științelor reale.

Conceptul general care se implementează în cadrul Laboratorului ICA este orientat spre dezvoltarea sistemelor tehnice pentru ca echipamentul respectiv să perceapă mediul în care funcționează, să fie în stare să prelucreze această percepție și să rezolve probleme, acționând pentru a atinge un anumit obiectiv. Astfel, dacă calculatorul primește datele (deja pregătite sau colectate prin intermediul propriilor senzori, cum ar fi o cameră video), trebuie să fie în stare să le prelucreze și să reacționeze. În așa mod, sistemele IA sunt capabile să își adapteze, într-o anumită măsură, comportamentul, analizând efectele acțiunilor anterioare și funcționând autonom. Conceptul respectiv este implementat de LIAC în sistemul de educație din țară, prin intermediul training-urilor, seminarelor organizate cât și publicațiilor elaborate de membrii Catedrei ITI.

Astfel, activitățile și serviciile concrete din cadrul Laboratorului sunt axate pe: Studierea și dezvoltarea roboților de ultima generație; Programarea roboților educativi; Studierea dronelor și aplicarea lor in diverse activități socio-economice; Elaborarea curriculumuri-lor privind studierea dronelor, roboților și mecatronicii in sistemul de învățământ preuniversitar și universitar; Elaborarea metodologiilor de implementare a conceptului STEAM în sistemul de învățământ preuniversitar și universitar; Elaborarea recomandărilor didactice pentru creșterea eficientei activităților în „Clasa Viitorului"; Elaborarea lucrărilor științifico-didactice în domeniul Inteligenței Artificiale; Organizarea seminarelor, training-urilor cu profesorii de științe reale pe subiecte de IA.

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)", inclus în „Program de stat" (2020-2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20, cu suportul financiar oferit de Agenția Națională pentru Dezvoltare și Cercetare

Bibliografie

1. BANNISTER MBE, D. *Ghid pentru explorarea și adaptarea spațiilor de învățare în școli*. Future Classroom Lab, by European Schoolnet, 2017.
2. BASYE, D. et all. *Reimagining Learning Spaces for Student Success*. Virginia: International Society for Technology in Education (ISTE), 2015.
3. BARRETT, P. et all. *Clever Classrooms: Summary of the HEAD Report*. UK, Salford, 2015. ISBN 978-1-907842-63-4.
4. BEICHNER, R.J. History and Evolution of Active Learning Spaces. In: *New Directions for Teaching and Learnin,g* no.137. Wiley Periodicals: Spring, 2014.
5. CLEVELAND, B.; FISHER, K. The Evaluation of Physical Learning Environments: A Critical Review of the Literature. In: Learning Environment Research, 2014. nr. 17, p. 1-28.
6. http://www.eun.org/
7. http://fcl.eun.org
8. http://fcl.eun.org/fcl-ambassadors
9. http://itec.eun.org
10. http://lsl.eun.org
11. http://creative.eun.org
12. http://fcl.eun.org/fcl-network-labs

CZU: 37.02:004

LABORATORUL CLASA VIITORULUI PENTRU EXPLORAREA MODALITĂȚII DE PREDARE-ÎNVĂȚĂRE ÎN TENDINȚE STEM

Ala GASNAȘ, dr., conf. univ., Catedra ITI, Universitatea de Stat din Tiraspol,
Angela GLOBA, dr., conf. univ., Catedra ITI, Universitatea de Stat din Tiraspol

Rezumat. Laboratorul Future Classroom a fost creat pentru a ajuta la regândirea și reorganizarea sălilor de clasă convenționale și a altor spații de învățare pentru a sprijini schimbarea stilului de predare și învățare. Acesta a fost conceput ca un „laborator de viață" pentru modul de implementare TIC. În articol este prezentată esența și importanța Laboratorului Clasei Viitorului (Future Classroom Lab (FCL)) în procesul de reunire a tehnologiei, cercetării educaționale și a predării de înaltă calitate în scopul integrării strategiilor de învățare a secolului XXI.

Summary. The Future Classroom Lab was created to help rethink and reorganize conventional classrooms and other learning spaces to support changing teaching and learning styles. It was designed as a "life laboratory" for the implementation of ICT. The article presents the essence and importance of the Future Classroom Lab (FCL) in the process of bringing together technology, educational research and high quality teaching in order to integrate 21st century learning strategies.

Cuvinte-cheie: Future Classroom Lab, TIC, proces didactic, spații de învățare, cercetări educaționale, aplicații tehnologice.

Keywords: Future Classroom Lab, ICT, teaching process, learning spaces, educational research, technological applications.

Introducere

Învățarea abilităților specifice secolului XXI este esențială pentru instruiți în scopul pregătirii lor în mod adecvat pentru muncă și viață în societatea actuală. Deoarece Tehnologiile Informaționale și Comunicaționale (prescurtat tehnologii) sunt o parte integrantă a vieții de zi cu zi, instruiții vor fi mereu copleșiți de oportunitatea de a se conecta la această tehnologie oriunde: acasă, la serviciu, la joacă.

În procesul actului didactic profesorii și instruiții se confruntă cu cele patru principii ale învățării specifice acestui secolul: creativitate, gândire critică, colaborare și comunicare în cadrul erei digitale. Deoarece aplicațiile tehnologice nu mai sunt percepute ca un lux, ci ca componente cheie ale mediilor de învățare actuale, viitorii profesori sunt obligați să poată utiliza aceste aplicații și abordări tehnologice înainte de a intra în clasă. Cu toate acestea, lipsa expunerii la tehnologia educațională în multe programe de formare a profesorilor îi lasă adesea pe profesori fără abilitățile necesare pentru a implementa tehnologia în sălile lor de clasă într-un mod semnificativ [1].

În cadrul pregătirii profesorilor și studenților pentru utilizarea conceptului STEM este important să se găsească modalități de integrare a strategiilor de învățare a secolului XXI și a creativității informale în curriculum [2]. Cercetătorii T. S. Love și G. J. Strimel [3] recomandă dezvoltarea programelor STEM cu elemente de tehnologie și informatică pentru a crea conexiuni semnificative între educația STEM și informatică. Autorii A. C. Clark și J.V. Ernst

[4] consideră că integrarea elementelor de informatică în programul de învățământ contribuie substanțial la dezvoltarea învățării din secolul XXI.

Alfabetizarea mediatică este o altă abilitate critică pe care trebuie să o dezvolte profesorii, deoarece le-ar permite să relaționeze mai bine cu instruiții de astăzi [1]. Autorii D. Istance și M. Kools, menționează că este necesară o schimbare a curriculumului pentru încorporarea și evaluarea alfabetizării digitale în clasă, renunțând la prelegerile tradiționale cu stilou și hârtie [5].

Relevanța aplicațiilor software și tehnologiilor nu poate fi subestimată în procesul de pregătire al instruiților. Este important de a avea un spațiu de învățare echipat cu cele mai noi gadgeturi și tehnologii pentru a permite profesorilor și instruiților să exploreze și să pregătească lecții inovatoare bazate pe practică. Unul dintre obiectivele mediului de învățare este de a utiliza spațiul pentru practicarea metodologiilor de instruire și pentru experimentarea echipamentelor disponibile în scopul utilizării lor ulterioare precum și în planificarea lecțiilor și a activităților de învățare [2].

În anul 2015 P. Barrett și al. [6] au realizat un studiu de cercetare "Clever Classrooms" (Clase inteligente), în care au analizat impactul mediului asupra procesului de învățare. În urma acestui studiu s-a evidențiat importanța "condițiilor naturale" (lumina, temperatura, calitatea aerului), "individualizarea” (flexibilitatea și proprietatea) și "stimularea" (culoarea și complexitatea) sălilor de clasă. Autorii au ajuns la concluzia că "sălile de clasă bine concepute sporesc performanțele academice ale instruiților".

Accesul crescut la tehnologiile disponibile și siguranța lor, trezesc un interes tot mai mare față de proiectele ce țin de dezvoltarea și utilizarea spațiilor de învățare.

În procesul de proiectare a spațiilor de învățare trebuie de luat în considerație problemele legate de schimbarea rolului instruitului, care poate utiliza dispozitive digitale personale în sala de clasă și în afara ei, cu scopul de a accesa resursele educaționale și pentru elaborarea rezultatelor inovatoare, profesioniste și ușor de partajat.

Spațiile de învățare flexibile oferă oportunitatea de a lua decizii rapide despre locul și modul de învățare în cadrul contextului curricular și al orarului. Profesorii și instruiții au posibilitatea de a personaliza predarea și învățarea pentru a maximiza succesul instruiților.

Oportunitatea de a utiliza tehnologiile moderne în mediul de învățare, a permis cadrelor didactice să desfășoare activități centrate pe instruit și să ofere feedback imediat pentru a facilita învățarea în ritm propriu. Accesul la tehnologie permite, de asemenea, acumularea dovezilor despre progresul academic al instruiților.

Designul Laboratorului Clasei Viitorului (Future Classroom Lab - FCL)

Proiectarea aspectului FCL și disponibilitatea resurselor se bazează pe distanțarea de mediul tradițional de învățare care a fost conceput la sfârșitul secolului al XIX-lea și nu a reușit să țină pasul cu progresele tehnologice.

Întrebarea pe care proiectanții spațiului ar trebuit să o abordeze frecvent este: ce design al clasei, ce tehnologii și aplicații ar trebui integrate pentru a avea cel mai durabil impact asupra cadrelor didactice și instruiților.

Pentru a efectua schimbările necesare în spațiile de învățare, profesorii trebuie să fie capabili să redimensioneze practica educațională curentă și să folosească metode inovative prin care ar putea crește potențialul academic al instruiților. Doar modificarea spațiilor fizice, în care învață instruiții, nu va duce automat la progres. Orice schimbare trebuie analizată, planificată și stabilită, în dependență, de necesitățile educaționale ale cursanților.

Primul laborator Future Classroom Lab a fost proiectat la Bruxelles în cadrul proiectului European Schoolnet. Laboratorul Future Classroom Lab are un total de șase zone de învățare în care profesorii și instruiții pot aborda o varietate de idei de învățare în funcție de elementele incluse într-o anumită zonă.

Spațiile de învățare din cadrul laboratorului FCL sunt centrate pe o abordare distinctă sau pe un anumit aspect al procesului de predare-învățare. Astfel, luând în considerație spațiul fizic, resursele educaționale, rolul profesorului și instruitului, pot fi promovate diferite stiluri de învățare. Aceste spații oferă posibilitatea de a implementa diferite abordări pedagogice inovatoare, care încorporează TIC, promovând o instruire de calitate.

În figura 1 este prezentat planul de divizare a spațiilor de învățare în FCL din Belgia [7].

Figura 1. Planul de lucru al European Schoolnet Future Classroom Lab din Bruxelles, Belgia

Spațiul Interacțiune le amintește atât profesorilor, cât și instruiților să participe activ la procesul de învățare și să interacționeze unii cu alții. Acest spațiu este în corespundere cu strategiile de învățare centrate pe instruit. Interactivitatea poate fi îmbunătățită prin utilizarea tehnologiei, care poate încuraja în același timp un proces educativ mai diversificat. Prezența TIC asigură un feedback interactiv dintre instruiți și alte persoane, indiferent de locul de plasament al celor din urmă. Acest spațiu, oferă oportunități de interacțiune și din perspectiva STEM: grupuri pe domenii de studii/interese; implicarea mai multor profesori de la diferite discipline; implicarea mediului social, economic etc.

În spațiul de Schimb, învățarea instruiților este îmbunătățită prin munca în echipă, învățarea prin joc, brainstorming și colaborarea de la egal la egal. Învățarea în acest spațiu poate fi efectuată față în față sau online, sincronă sau asincronă. Aici este încurajat schimbul de idei și este facilitată colaborarea, care poate fi realizată și prin mijloace TIC de exemplu Padlet, instrumente colaborative Google etc. Acest spațiu este ideal pentru realizarea de proiecte STEM. Mai mult ca atât, este o pistă perfectă pentru implementarea teoriei inteligențelor multiple a lui Gardner. Aici fiecare instruit își poate pune în aplicare resursele intelectuale, ținând cont de tipul de inteligență care predomină.

Spațiul Prezintă introduce dimensiunea comunicativă în procesul de învățare. Spațiul Prezintă este dedicat pentru prezentări interactive care, prin design și aspect, încurajează interacțiunea și feedback-ul. Tot în acest spațiu sunt încurajate publicarea online și partajarea resurselor. În cadrul realizării unui proiect STEM acest spațiu poate fi utilizat pe spirală, unde la început sunt identificate și prezentate datele de intrare și datele de ieșire (care la început pot fi incomplete) iar apoi se monitorizează procesul de transformate al datelor de intrare în date de ieșire.

Spațiul de Dezvoltare este unul pentru învățare informală și auto-reflecție în care instruiții pot lucra independent în propriul ritm folosind dispozitive personale de învățare, jurnale de învățare și portofolii. Aici instruiții sunt încurajați să dezvolte abilități metacognitive pe cont propriu și să promoveze strategii de învățare pe tot parcursul vieții.

Spațiul Investigație promovează învățarea bazată pe întrebări (inquiry-based learning) și învățarea bazată pe proiecte (project-based learning) pentru a spori gândirea critică a instruiților și abilitățile de rezolvare a problemelor. Mobilierul flexibil și echipamentele tehnologice disponibile susțin conceptul de învățare prin realizare. Așa cum investigația cuprinde noțiuni ca: analiză, sinteză, demonstrație ș.a., și transpunând acest aspect peste conceptul STEM putem afirma că cea mai valorificată componentă este M – matematica și anume prin elaborarea de algoritmi, care, ulterior, se vor transforma în programe, dispozitive utile etc, fiind urmată de E-inginerie prin aplicarea tehnologiilor și de S-științe printr-o sinteză interdisciplinară.

Spațiul Creație încurajează creativitatea. Instruiții lucrează la activități realiste de edificare și acumulare a cunoștințelor. Interpretarea, analiza, munca în echipă și evaluarea sunt părți importante ale procesului creativ. Privind din alt punct de vedere și anume Creează, acest spațiu poate fi utilizat la valorificarea componentei STEM - E (inginerie). Evident, în cadrul unor proiecte mari , acest spațiu poate fi extins prin reproiectarea de laboratoare specializate (de exemplu: chimie, fizică, biologie, geografie etc.).

În dependență de spațiul se învățare am putea deduce următoarele obiective comportamentale (Tabelul 1).

Tehnologia pentru FCL poate fi împărțită în trei grupuri:

1) tehnologie de prezentare utilizată de instruiți și profesori;
2) tehnologie de supraveghere care permite monitorizarea interacțiunilor din clasă și evaluarea independentă a profesorilor vis-a-vis de performanțele procesului educațional;
3) tehnologiile colaborative care permit instruiților și profesorilor să interacționeze între ei.

Tabelul 1. Obiectivele comportamentale în dependență de spațiile de învățare din perspectiva conceptului STEM

SPAȚII DE ÎNVĂȚARE	OBIECTIVE COMPORTAMENTALE	COMPONENTĂ PREDOMINANTĂ STEM
Prezintă	• Partajare • Comunicare • Livrare • Evaluare	• S • T • E • M
Interacțiune	• Motivație • Supraveghere • Ghidare • Promptitudine	• S • T

Schimb	• Parteneriat • Colaborare • Comunicare • Brainstorming	• S • E-parțial • T
Dezvoltare	• Evaluare • Individualizare • Motivație • Adaptare	• S • T
Investigație	• Analiză • Rezolvare de probleme • Organizare • Programare	• M • S • T
Creație	• a Face • a Edita • a Îmbunătăți • a Prezenta	• E • T

După cum se vede, componenta T-tehnologie, este prezentă în fiecare spațiu de învățare.

Un alt tip de tehnologie specializată, care ar putea fi utilizată în FCL ar fi robotica.

Echipamentul din FCL oferă oportunități de partajare a experiențelor de predare - învățare atât în format fizic, cât și online. Scopul spațiului de învățare este de a oferi cadrelor didactice instrumentele de care au nevoie.

Unul dintre obiectivele Future Classroom Lab este acela de a-i face pe profesori să utilizeze diferite tehnologii prezente în laborator pentru integrarea lor continuă în procesul de instruire valorificând, astfel, competențele secolului XXI, precum și a noilor strategii didactice concentrate pe plasarea în prim plan a necesităților instruiților, a cerințelor pieței de muncă orientate spre o dezvoltare economică ascendentă a societății.

Concluzii

FCL are sarcina de a aduce la un loc tehnologia, cercetarea educațională și predarea de înaltă calitate. Este un mediu de predare și învățare inspirat, complet echipat, reconfigurabil, care provoacă profesorii să regândească rolul procesului pedagogic, tehnologiei și designului în sălile de clasă. Reunirea tehnologiei, a cercetării educaționale și a predării de înaltă calitate constituie esența unui Future Classroom Lab.

Actualmente educația evoluează într-un ritm mai rapid decât în orice altă perioadă din istoria recentă. În societate există o conștientizare tot mai mare că astăzi, curriculumul trebuie să evolueze pentru a satisface realitatea de mâine. Dincolo de instrumente și tehnologie, instruiții trebuie să dezvolte noi abilități pentru a rezolva probleme dificile, din viața reală, pentru a colabora eficient și pentru a exprima idei în moduri noi. Future Classroom Lab, aplicat din perspectiva conceptului STEM, reprezintă o soluție eficientă pentru o instruire de calitate, promovată de politicile educaționale actuale.

Articolul este elaborat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)", inclus în „Program de stat" (2020-2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20

Bibliografie

1. KUMAR, S.; VIGIL, K. The net generation as pre-service teachers: Transferring familiarity with new technologies to educational environments. In: *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 2011. 27(4), p. 144-153.
2. https://doi.org/10.1080/21532974.2011.10784671
3. DOUSAY, T. A. An evolving makerspace for teacher education. In: *International Journal of Designs for Learning*, 2017. 8(1), p. 69-81.
4. https://doi.org/10.14434/ijdl.v8i1.22672
5. LOVE, T. S.; STRIMEL, G. J. Computer science and technology and engineering education: A content analysis of standards and curricular resources. In: *Journal of Technology Studies*, 2016. 42(2), p. 76-89. www. jstor.org/stable/90018741.
6. CLARK, A. C.; ERNST, J. V. STEM-based computational modeling for technology education. In: *Journal of Technology Studies*, 2008. 34(1), p. 20-27. https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ861288.pdf
7. ISTANCE, D.; KOOLS, M. OECD work on technology and education: Innovative learning environments as an integrating framework. In: *European Journal of Education*, 2013. 48(1), p. 43-57, https://doi.org/10.1111/ejed.12017
8. BARRETT, P. et all. *Clever Classrooms: Summary of the HEAD Report*. Salford, UK, 2015. ISBN 978-1-907842-63-4.
9. Learning_spaces_guidelines_AA21-redactat_-Final_RO-din-08-07-2019.pdf https://www.clasaviitorului.md/wp- content/uploads/2019/07/

CZU: 371.3:[51+004]

ABORDAREA UNITĂȚILOR DE ÎNVĂȚARE DIN ANALIZA NUMERICĂ PRIN PRISMA CONCEPTULUI STEM

Angela GLOBA, doctor, conferenţiar universitar
Ala GASNAȘ, doctor, conferenţiar universitar
Universitatea de Stat din Tiraspol (cu sediul la Chișinău)

Rezumat. În articol este prezentată o modalitate de integrare a conceptului STEM în predarea unităţi de curs Analiză numerică. Introducerea noţiunilor noi se efectuează prin metoda PBL (Problem Based Learning), iar problema în sine se analizează din perspectiva celor patru componente STEM în ordinea: S – Ştiinţe, M – matematică, T – Tehnologii, E – Inginerie.

Summary. In the article is presented the way to integrate the STEM concept in teaching Numerical Analysis course unit. The introduction of new notions is performed by the PBL method (Problem Based Learning), and the problem itself is analyzed from the perspective of the four STEM components in order: S - Science, M - mathematics, T - Technologies, E - Engineering.

Cuvinte-cheie: interdisciplinaritate, transdisciplinaritate, motivaţie, creativitate, analiză numerică, ecuaţie, metoda coardelor, concept STEM.

Keywords: interdisciplinarity, transdisciplinarity, motivation, creativity, numerical analysis, equation, chord method, STEM concept.

Introducere

Arie curriculară

- realizabilă în context formal sau nonformal la diferite trepte de învăţământ;

Model pedagogic

- axat pe integrarea inter-, pluri-, transdisciplinară a cunoştinţelor ştiinţifice teoretice și practice orientat spre atingerea satisfacţiei personale, sporirea motivaţiei pentru instruire raportate la valorile adevărului ştiinţific și necesitatea acestor adevăruri pentru activitatea din viaţa reală, formarea profesională și ascensiunea în cariarea profesională;

Competenţă ştiinţifică specială

- orientată spre integrarea optimă a cunoașterii și inteligenţei experimentale, aplicate și logico-matematice;

Conţinuturi pedagogice particulare

- dezvoltate metodologic ca rezolvare a unor probleme din realitaea contemporană.

Figura 1. Identificarea educaţiei STEM pe mai multe tipuri de nivele [1]

Conceptul de educaţie STEM, în Republica Moldova, a fost promovat de Ministerul Educaţiei, în parteneriat strategic cu Proiectul de Competitivitate al USAID Moldova (Agenţia SUA pentru Dezvoltare Internaţională – Moldova) având drept scop pedagogic

esențial „predarea și învățarea științelor exacte”, incluse în module de studiu de tip pluridisciplinar/multidisciplinar și transdisciplinar, care pot fi realizate în context formal, dar și nonformal [1].

Educația STEM poate fi percepută/clasificată/identificată pe mai multe nivele (fig.1) unde un rol aparte îl are construirea/dezvoltarea/alegerea unui model pedagogic orientat spre îmbinarea cunoștințelor științifice teoretice și practice concentrate spre necesitățile particulare ale fiecărui instruit pentru formarea inițială (liceu), profesională (învățământ profesional tehnic, învățământ superior) și învățarea pe tot parcursul vieții (doctorat, formări continue etc.). Un rol aparte în acest model îl au activitățile aplicative, în special rezolvarea de probleme și a situațiilor-problemă, care, în mod direct, conduc spre creșterea motivației pentru cunoaștere.

STEM vis-a-vis de motivația pentru învățare

Pe lângă aspectul inter-, pluri-, transdisciplinar, un rol aparte în educația STEM este dedicat motivației pentru învățare. Este bine cunoscut că, unul dintre motivele principale pentru care majoritatea populației se încadrează în învățământ: general, de specialitate, universitar, postuniversitar este reușita socială. Oamenii acced la studii pentru a se descurca în viață, pentru a se realiza în societate, pentru a câștiga un statut social superior, și, nu în ultimul rând, pentru a obține beneficii materiale. Aceste elemente fundamentale ale motivației învățării reprezintă coordonatele valorice ale modelului axat pe reușita socială, influențând, în același timp, dezvoltarea pieței forței de muncă, necesitatea și oportunitatea de a învăța pe tot parcursul vieții (*life long learning*), importanța învățării în toate activitățile și circumstanțele din viață (*life wide learning*) contribuind la sporirea calității capitalului uman și prosperarea societății în general.

Psihologia educației operează cu două tipuri de motivație: *intrinsecă*, axată doar pe dorințele, interesele și preferințele strict personale și *extrinsecă*, determinata de influența unor factori din exterior. Psihologii susțin că, persoanele motivate preponderent extrinsec au limita de satisfacție destul de joasă față de activitățile exercitate comparativ cu cei motivați intrinsec (fig.2).

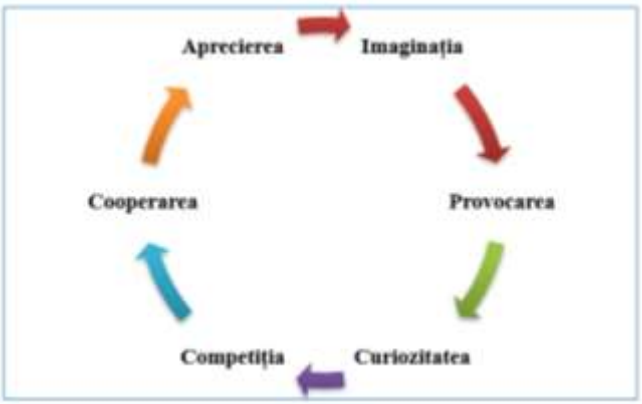


Figura 2. Factorii care determină motivația intrinsecă
Modelul Malone și Lepper [2,3]

Cazurile de abandonare a studiilor printre persoanele care sunt motivate predominant extrinsec, atunci când dispare presiunea externă, sunt mult mai frecvente decât în cazul indivizilor motivați intrinsec.

Astfel, implicarea în stimularea motivației intrinseci conduce la o dezvoltare a personalității mult mai calitative, de durată, la formarea unui specialist competitiv, care își va dezvolta continuu competențele sale, inclusiv cele profesionale.

Analizând principiile și strategiile de motivare a instruiților ne vom axa, în mare parte, pe strategii de amplificare a motivației intrinseci care includ:

- autonomia instruirii, dreptul la alegere;
- implicarea instruiților în propriul proces de cunoaștere;
- specificarea importanței, aplicabilității noțiunilor studiate;
- utilizarea de strategii colaborative;
- implementarea de strategii de stimulare a gândirii logice, a creativității, a conflictului cognitiv;
- personalizarea sau formularea în limbaj natural a conținuturilor abstracte, a problemelor etc.

Un factor important care determină motivația pentru învățare este identificarea răspunsurilor la întrebările legate de necesitatea noțiunilor învățate, aplicabilitatea lor în viața cotidiană, beneficiile obținute de la însușirea acestora etc. Pentru a crea impulsuri motivaționale instruiților, este bine de a le propune probleme, proiecte ce reprezintă situații din viața reală, ceea ce, ulterior, se va transforma în motivație intrinsecă [4, p.85].

Învățarea bazată pe probleme ca metodă de implementare a educației STEM

Un curriculumului integrat STEM trebuie să se bazeze pe integrarea strategiilor activ-participative, centrate pe instruit, care să includă rezolvarea problemelor din lumea reală, prin cercetare, elaborare de proiecte etc. De asemenea, să vizeze contexte care să permită instruitului formularea și rezolvarea de probleme non-standard. Formarea la instruiți a conceptului referitor la faptul că problemele din viața reală sunt rar soluționate monodisciplinar, adică doar prin aplicarea cunoștințelor dintr-o singură disciplină, este idea esențială a unui astfel de curriculum.

Din literatura de specialitate putem deduce că ”scopul educației STEM este înțelegerea conceptelor și formarea de abilități, la nivel de procedură, necesare pentru soluționarea problemelor personale, sociale, la nivel global, care impun integrarea componentelor conexe din științe, tehnologie, inginerie și matematică.”

Procesul de formare/dezvoltare a competențelor specifice unei sau mai multor discipline de studiu cu integrarea conceptului STEM poate include toate componentele sale (S-Știință, T-Tehnologie, E- Inginerie, M-Matematică) sau doar o parte din ele, ținând cont de faptul că scopul educației STEM este de a promova performanța academică a instruiților realizată prin oferirea de soluții inovative și aplicabile în viața de zi cu zi. Astfel, STEM reprezintă o necesitate în strânsă conexiune cu realitățile vieții.

Figura 4. Integrarea conceptului STEM în procesul didactic la disciplina Analiză numerică

În acest context, ne vom referi la trezirea interesului și a curiozității instruitului față de disciplina Analiză numerică prin formularea în cadrul orelor a problemelor din viața reală analizate în baza conceptului STEM (fig.4). În acest context, se va ține cont de pașii care avantajează motivația instruiților, identificați de profesorul Viau R. [5,6]. Acești pași au fost adaptați la specificul disciplinelor informatice: (1) trezirea interesului și a curiozității instruitului prin formularea unei probleme din viața reală; (2) identificarea datelor de intrare și de ieșire, clarificarea obiectivelor; (3) actualizarea cunoștințelor lor anterioare; (4) construirea modelului matematic al problemei: se vor stabili relațiile dintre date cu ajutorul schemelor, tabelelor, desenelor; (5) construirea algoritmului de rezolvare a problemei; (6) pentru fiecare etapă, profesorul va oferi un model de rezolvare pentru a simplifica calea de rezolvare sau îi ghidează spre răspunsul corect prin întrebări sau analogii cu alte probleme deja rezolvate; (7) se vor utiliza diverse mijloace de învățare, de la cele mai simple la cele ce implică noile tehnologii informaționale; (8) se vor interpreta rezultatele obținute; (9) se va propune instruiților să formuleze de sine stătător exemple similare din viața reală; (10) se pot face analogii sau se poate spori dificultatea problemei propuse prin adăugarea de noi condiții (sau eliminarea lor) [7].

În continuare, venim cu unele indicații metodice privind utilizarea tehnologiilor informaționale și comunicaționale aplicate în cadrul procesului didactic la disciplina Analiză numerică [8] cât și pentru soluționarea problemelor propuse în procesul de studii. Dintre acestea fac parte: mediile de învățare virtuală cu scopul completării mediilor tradiționale, orientate spre promovarea metodelor colaborative; resurse educaționale digitale; aplicații specializate; limbaje de programare; resurse web etc.

Propunem, pentru exemplificare, rezolvarea unei probleme, abordate prin prisma conceptului STEM. Se recomandă studierea rezolvării problemei în ordinea: S – Științe, M – matematică, T – Tehnologii, E – Inginerie.

Problemă. Se știe că, pentru unele zone muntoase, greu accesibile, alimentele, medicamentele și alte produse de primă necesitate sunt transportate cu helicopterul (mai nou, cu dronele) și aruncate de la înălțime. De asemenea, se cunoaște că coletul urmează o traiectorie determinată de funcția $y = f(x)$ în direcția vântului. Determinați locul de aterizare a coletului, dacă se știe că helicopterul aruncă coletul din punctul *a*, iar acesta aterizează la o distanță nu mai mare de *b* m de la punctul *a*.

Geografie: Direcția vântului, viteza vântului, coordonate geografice, zone geografice, climă, cartografie etc.

Fizică: traiectorie, atracție universală, forța de greutate etc.

Matematică: noțiune de ecuație, funcție, intervale de monotonie a funcției, graficul funcției, funcții polinomiale, funcția exponențială, funcția logaritmică, funcții trigonometrice, ecuații algebrice, ecuații transcendente, derivata funcției de ordinul I și II, convexitatea și concavitatea graficului, extremele funcției etc.

Informatică: limbaje de programare, aplicații pentru calcul tabelar, noțiune de model și modelare, localizarea rădăcinilor unei ecuații, metoda dihotomiei, metoda coardelor, metoda tangentelor, metoda mixtă a coardelor și tangentelor de soluționare numerică a unei ecuații.

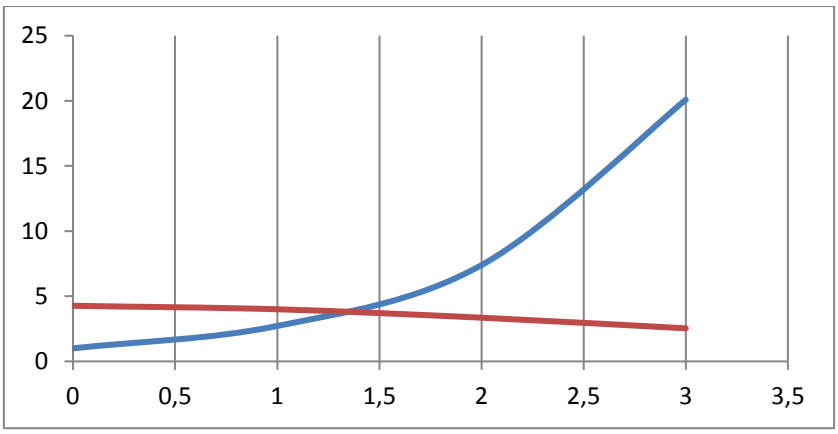
Computer, limbaje de programare, MS Excel etc.

Rezolvarea problemei cu ajutorul aplicației MS Excel:

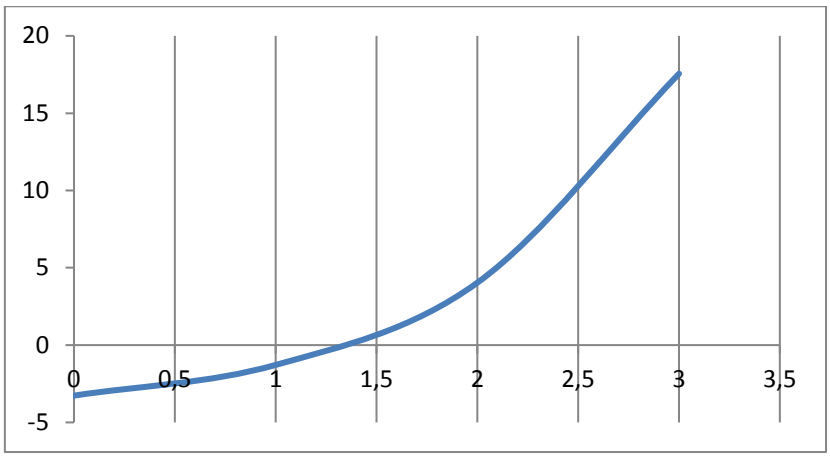
A. Inițial, se va localiza rădăcina ecuației $f(x) = e^x + \sqrt{x^2+3} - 6$;

Pentru localizarea rădăcinii vom aplica două metode.

Metoda 1. Se vor construi graficele funcțiilor $\begin{cases} y = e^x \\ y = 6 - \sqrt{x^2+3} \end{cases}$ și se va analiza punctul de intersecție al acestor grafice:



Metoda 2. Se va construi graficul funcției $f(x) = e^x + \sqrt{x^2+3} - 6$ și se va analiza punctul de intersecție al graficului cu axa absciselor:



Se poate ușor determina că soluția ecuației aparține segmentului [*k*,*m*]=[1; 1,5].

f(1)=	-1.28172			
f(1,5)=	0.772977			
e=	0.01			
k=	1		m=	1.5

B. Metoda coordelor.

1. Aplicând formula de la pasul 7 (algoritmul 1), obținem:

	J	K	L	M	N	O
9		f(1)=	-1.28172			
10		f(1,5)=	0.772977			
11		e=	0.01			
12		k=	1		m=	1.5
13						
14	**Iterația**	**xi**	**f(xi)**	**|x[i+1]-x[i]|<=e**	**|f(xi)|<=e**	
15	0	1	-1.28172			
16	1	1.3119	-0.11397	FALSE	FALSE	
17	2	1.336071	-0.00845	FALSE	TRUE	
18	3	1.337843	-0.00062	TRUE	TRUE	

K16: =K15-(L15*($O$12-K15))/($L$10-L15)

L15: =EXP(K15)+SQRT(K15*K15+3)-6

M16: =ABS(K16-K15)<=$L$11

N16: =ABS(L16)<=$L$11.

2. Soluția ecuației este: 1,337843 cu precizia 0,01.
3. Pentru o precizie de 0,001 se obține soluția 1,337973:

Iterația	**xi**	**f(xi)**	**|x[i+1]-x[i]|<=e**	**|f(xi)|<=e**
0	1	-1.28172		
1	1.3119	-0.11397	FALSE	FALSE
2	1.336071	-0.00845	FALSE	FALSE
3	1.337843	-0.00062	FALSE	TRUE
4	1.337973	-4.5E-05	TRUE	TRUE

4. Se poate ușor observa că, pentru o precizie de 10 ori mai mare este necesară doar o singură iterație (pentru cazul dat!). Pentru metoda dihotomiei, numărul de iterații ar fi mult mai mare.
5. Soluția obținută se va transforma în coordonate geografice, care vor fi anunțate locuitorilor din zona muntoasă. Acest lucru se va realiza având la bază planul de coordonate adoptat și scara (cartografie).

Secvența de pseudocod de mai jos realizează precizarea rădăcinii ecuației $f(x) = 0$ localizată pe segmentul [*k*,*m*] cu exactitatea ε aplicând metoda coardelor.

$\boldsymbol{cite\text{ș}te\ k, m, \varepsilon}$;

$\boldsymbol{derivata_II} \leftarrow \dfrac{\boldsymbol{f(k+2\cdot\varepsilon) - 2\cdot f(k+\varepsilon) + f(k)}}{\boldsymbol{\varepsilon^2}}$;

$\boldsymbol{dac\text{ă}\ f(k)\cdot derivata_II > 0\ atunci\ (y \leftarrow k; x \leftarrow m)\ \ altfel\ (y \leftarrow m; x \leftarrow k)}$;

$\boldsymbol{c\text{â}t\ timp\ |f(x)| > \varepsilon\ \ repet\text{ă}}$

$\left[\begin{array}{l} \boldsymbol{x1 \leftarrow x - \dfrac{f(x)\cdot(y-x)}{f(y)-f(x)}}; \\ \boldsymbol{x \leftarrow x1}; \end{array}\right.$

$\boldsymbol{tip\text{ă}re\text{ș}te\ x1}$; $\{\boldsymbol{x1 - solu\text{ț}ia\ ecua\text{ț}iei\ f(x) = 0}\}$.

Rezolvarea ecuațiilor este necesară pentru toate domeniile de activitate umană. Aceste ecuații se obțin fie în baza unui experiment, fie în procesul de realizare a unui echipament sofisticat, fie descriu un proces, traiectorie etc. Orice dispozitiv creat are la bază un întreg arsenal de ecuații, începând cu cele liniare și terminând cu ecuații transcendente, diferențiale etc. Mai mult, este bine cunoscut că, și în cazul ecuațiilor algebrice polinomiale cunoaștem metode exacte de rezolvare doar pentru cazul când gradul polinomului nu este mai mare ca 4. Metoda de rezolvare a unei ecuații de gradul al patrulea a fost descoperită de Lodovico Ferrari în 1540. Așa cum, metoda necesita rezolvarea, inițial, a unei ecuații de gradul 3, care, la acel moment încă nu era cunoscută, aceasta nu a putut fi publicată imediat. Soluția rezolvării ecuației de gradul 4 a fost publicată împreună cu soluția ecuației de gradul 3 de către Girolamo Cardano în cartea Ars magna or The Rules of Algebra [9].

Prin urmare, sunt necesare metode aproximative de rezolvare a ecuațiilor, și anume, metode bazate pe analiza numerică a datelor inițiale. Dintre aceste metode pot fi enumerate: metoda dihotomiei (înjumătățirii, bisecției), metoda coardelor, metoda tangentelor (Newton), metoda mixtă a coardelor și tangentelor, metoda iterațiilor succesive. Ne vom limita la cazul ecuațiilor cu o singură necunoscută. Evident, ecuațiile sunt parte integrantă a oricărui model matematic, deoarece cu ajutorul ecuațiilor sunt descrise diverse procese, fenomene etc. Algoritmii de obținere a acestor ecuații sunt diverși și, în unele cazuri, foarte complicați.

Propunem cititorului de a rezolva problema de mai sus într-un limbaj de programare orientat pe obiecte sau cu ajutorul aplicației MAPLE sau a aplicației Matematica etc.

În continuare, vom construi modelul matematic pentru problema propusă. Este cunoscut că, metodele coardelor, tangentelor, mixtă a coardelor și tangentelor au un grad de precizie mai înalt decât metoda bisecției, însă necesită suplimentar respectarea următoarelor condiții: funcția $f(x)$ să fie de două ori derivabilă pe segmentul $[k,m]$ (segmentul pe care a fost localizată o rădăcină), iar aceste derivate să nu se anuleze și să nu-și schimbe semnul pe acest segment. Vom aplica metoda coardelor.

1. Așa cum, direcția vântului poate fi cuprinsă între 0º și 360º, atunci, planul în care se va contrui traiectoria poate fi modelat cu ajutorul figurii alăturate. Prin urmare, coletul va cădea într-o zonă descrisă de ecuația $(x-a)^2+y^2=b^2$, unde a este abscisa punctului în care se află helicopterul (fig.1). Ținând cont de direcția vântului, se va analiza un singur plan în care direcția axei absciselor va coincide cu direcția vântului (fig.2). În depenență de viteza vântului, vom avea modelul din figura 3, unde traiectoria este descrisă de diferite funcții.

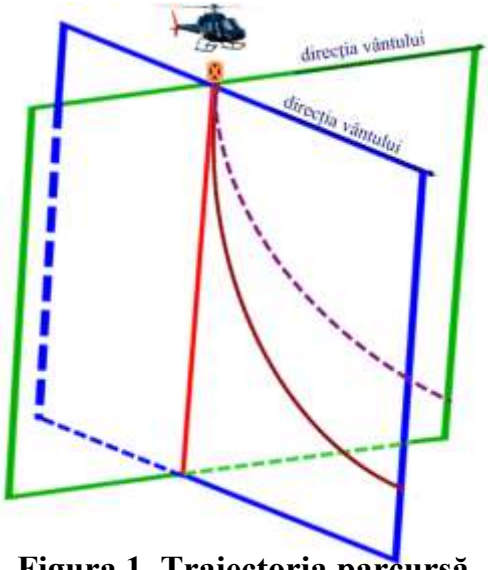


Figura 1. Traiectoria parcursă de colet în dependență de directia vântului

Figura 2. Planul de coordonate construit în dependență de direcția vântului

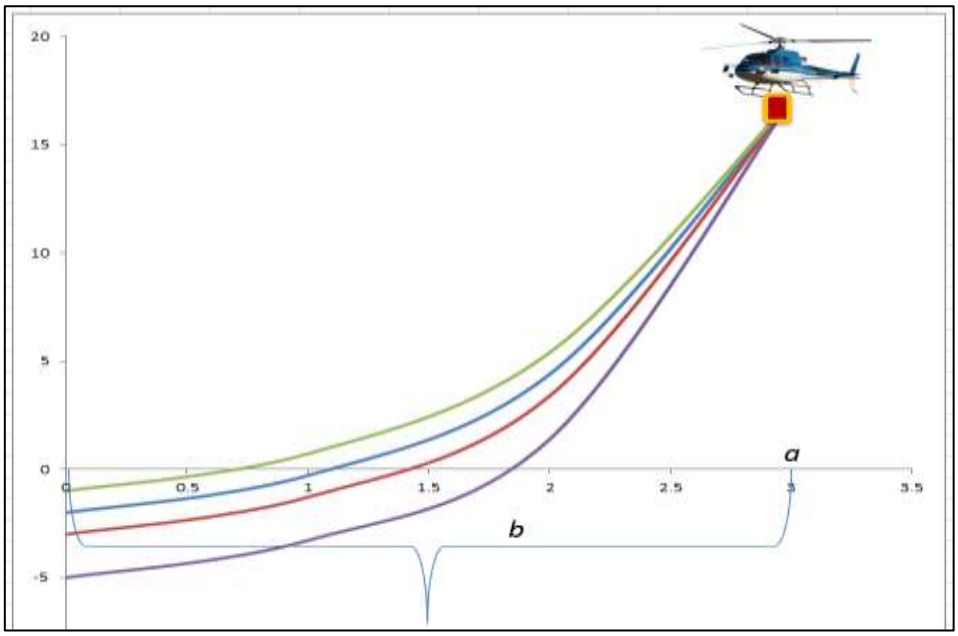


Figura 3. Traiectoria parcursă de colet în dependență de viteza vântului

Algoritm 1.

1. Fie $f(x) = e^x + \sqrt{x^2+3} - 6$. Se va localiza rădăcina ecuației pe segmentul [*k*,*m*];
2. Se calculează derivata I-a și derivata a II-a a funcției $f(x)$; Pentru $f(x) = e^x + \sqrt{x^2+3} - 6$, obținem: $f'(x) = e^x + \frac{x}{\sqrt{x^2+3}}$; $f''(x) = e^x + \frac{3}{(x^2+3)^{3/2}}$;
3. Se determină semnul derivatei I-a și derivatei a II-a pe segmentul [*k*,*m*]; (pentru ecuația definită la pasul 1 avem: dacă $k, m \geq 0$, atunci $f'(x) > 0, f''(x) > 0$);
4. În dependență de semnul derivatelor de ordinul I și ordinul II se disting patru cazuri posibile:
   4.1. $f'(x) > 0, f''(x) > 0$;
   4.2. $f'(x) > 0, f''(x) < 0$;
   4.3. $f'(x) < 0, f''(x) > 0$;
   4.4. $f'(x) < 0, f''(x) < 0$;
5. Se calculează $f(k)$ și $f(m)$;
6. Pentru cazurile 4.1 și 4.4 se va calcula rădăcina ecuației aplicând formula de recurență:
$$x_{i+1} = x_i - \frac{f(x_i)*(m-x_i)}{f(m)-f(x_i)}, x_0 = k;$$
7. Pentru cazurile 4.2 și 4.3 se va calcula rădăcina ecuației aplicând formula de recurență:
$$x_{i+1} = x_i - \frac{f(x_i)*(x_i-k)}{f(x_i)-f(k)}, x_0 = m;$$
8. În calitate de extremitate fixă se va lua acel capăt al segmentului [*k*,*m*], în care semnul funcției $f(x)$ coincide cu semnul derivatei de ordinul al II-lea;
9. Procesul iterativ se stopează atunci când: $|x_i - x_{i-1}| \leq \varepsilon$ sau $|f(x_i)| \leq \varepsilon$.

Notă! Localizarea rădăcinii putea fi omisă în procesul de rezolvare a problemei de mai sus, deoarece, din enunțul problemei este clar că pe segmentul dat există doar o singură soluție. În acest caz, în calitate de segment care conține rădăcina ecuației $f(x) = 0$ se va lua [k,m]=[a-b,a]. Evident, numărul de iterații necesar pentru precizarea soluției va fi mult mai mare.

Concluzii

Educația STEM implică instruiții în explorarea problemelor din lumea reală, făcând apel la gândirea critică și autocritică a acestora în diferite contexte, precum și sporirea motivației pentru învățare la instruiți. Instruiții educați în conceptul STEM ar trebui să poată aplica inopinat abilitățile, cunoștințele și priceperile pe care le acumulează. Acest model pedagogic reprezintă esența învățării motivate și orientării spre utilitate directă și sustenabilă a competențelor formate. În acest sens, profesorii sunt priviți ca facilitatori, tutori și consilieri ai instruiților în activitățile lor de investigare și în sectorul experiențelor conexe cu realitatea.

Educația axată pe STEM se concentrează pe crearea unui mediu eficient/prietenos de învățare, unde educabilii pot învăță în stilul și tempoul propriu de asimilare a cunoștințelor prin rezolvarea problemelor din viața reală cu elemente inovative.

Articolul este elaborat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)", inclus în „Program de stat" (2020-2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20

Bibliografie

1. CRISTEA, S. Educația STEM. În: *Didactica Pro*, 2020. nr. 1 (119), p. 54-56.
2. GLOBA, A. *Metodologia implementării noilor Tehnologii Informaționale în procesul de studiere a disciplinei universitare „Tehnici de programare"*. Monografie. Chișinău: Universitatea de Stat din Tiraspol, 2018. 172 p. ISBN 978-9975-76-236-6.
3. GLOBA, A. Aspecte didactice privind implementarea strategiilor de instruire la predarea tehnicilor de programare în alte țări. În: *Didactica Pro*, 2015. nr.5-6 (93-94). p. 52-58.
4. COROPCEANU, E.; NEDBALIUC, R.; NEDBALIUC, B. *Motivarea pentru instruire: biologie și chimie*. Chișinău: "Elena – V.I." SRL, 2011. 215 p.
5. BROPHY, J. E. *Motivating Students to Learn*. London: Taylor & Francis Ltd, 3rd Revised edition, 2010. 360 p.
6. CROOKS, T. J. Educational Assessment in New Zealand Schools. În: *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 9(2), 2010. p. 237-253.
7. GLOBA, A.; SPÎNU, M. Rolul motivației în formarea și dezvoltarea competențelor profesionale. În: *Acta et Commentationes. Științe ale Educației*, 2018. nr.2 (13). p.62-79. ISSN 1857-0623.
8. CHIRIAC, L. *Metode numerice. Îndrumar de laborator*. Chișinău, 2016.
9. CARDANO, G. *Ars magna or The Rules of Algebra*. Traducere de T. Richard Witmer. New York: Dover, 1993, 267 p.

CZU: 371.3:[51+004]

PROVOCARE –EDUCAȚIA STEM ÎN ÎNVĂȚĂMÂNTUL PROFESIONAL TEHNIC

Tatiana GURGUROVA –AFANASIEV, profesor de matematică și informatică
Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

Rezumat. Lucrarea dată cuprinde promovarea educației STEM prin disciplinele de specialitate, pentru înțelegerea mai aprofundată a disciplinelor informatica și matematică.

Abstract. This paper includes the promotion of STEM education through specialized disciplines, for a deeper understanding of computer science and mathematics.

Cuvinte cheie: știința, tehnologii, inginerie, arte și matematica; sistem educațional; integrare; interdisciplinaritate; cercetare; descoperire; problematizare.

Keywords: science, technology, engineering, arts and mathematics; educational system; integration; interdisciplinarity; research; discovery; questioning.

O nouă etapă al învățământului profesional tehnic este de a integra mai multe discipline de studiu, pentru înțelegerea mai profundă, mai clară la toate etapele de studiu. În așa mod revenind la serviciu după o pauză, am încercat prin diverse activități să aduc și în Centru de Excelență în Energetică și Electronică promovarea Educației STEM.

La început de cale în acest nou domeniu, desigur multă muncă în prealabil, descifrarea, cercetarea și studierea tuturor etapelor privind educația STEM.

Educația STEM este un concept de care la noi în țară a început să se vorbească destul de recent, dar despre care se crede că va deveni un punct cheie în pregătirea tinerelor generații pentru viitor. Conceptul depășește educația formală din școli și ajunge pe un tărâm al creativității și imaginației, mergând până la o nouă treaptă de predare/ învățare/evaluare din viața elevilor.

Educația STEM își propune să promoveze și utilizeze metode de predare bazate pe investigare și analiză directă, pentru a implica elevii în mod direct, dar și prin prezentarea unor modele de carieră în domeniu, astfel încât elevii să regăsească un model pe care vor să-l urmeze în viața adultă.

Copiii indiferent de vârstă ar trebui încurajați să gândească profund, astfel încât să aibă șansa de a deveni inovatori și lideri care pot rezolva cele mai presante provocări cu care se confruntă viitorul nostru. **Proiectele STEM** pun bazele unei deschideri către noțiuni cu care, în mod normal, s-ar întâlni mult mai târziu și mai mult teoretic.

Unul dintre obiectivele acestui proiect este dezvoltarea competențelor de implementare a metodelor de învățare coerentă, utilizând aplicații din lumea reală, pentru 70% din cadrele didactice ce predau discipline STEM.

La această activitate de formare, a fost abordat conceptul educațional STEM, concept care poate fi considerat o provocare pentru sistemul educațional. Au fost dezbătute aspecte cum sunt:

- ✓ Identificarea obstacolelor în predarea și învățarea matematicii/informaticii și a științelor;
- ✓ Tehnici de predare și învățare a matematicii/informaticii și a științelor;
- ✓ Beneficiile aduse de abordarea STEM, matematicii/informaticii și științelor;
- ✓ Înțelegerea modului în care matematica/informaticii și științele furnizează individualizarea și diferențierea instruirii;
- ✓ Integrarea TIC în lecțiile de matematică/informaticii și științe;
- ✓ Instrumente Web eficiente și inspiratoare și tehnologii digitale.

„Cel mai puternic argument pentru interdisciplinaritate este chiar faptul că viața nu este împărțită pe discipline”, spunea Jean Moffet.

Proiectul STEM este un concept educațional modern, prin care, cele patru discipline diferite, știință, tehnologie, inginerie și matematică/informaticii, vor fi abordate interdisciplinar și aplicat, prin activități de descoperire, învățare și explorare, realizare de miniproiecte, prin obținerea de produse.

Abordarea STEM integrează aceste patru discipline, fiind fundamentată pe instruirea bazata pe aplicații din lumea reală. Competențele matematice/informaticii și competențele de bază în știință și tehnologie, dobândite prin predarea interdisciplinară STEM, sunt competențe cheie recunoscute la nivel European (Comisia Europeană/ EACEA/ Eurydice, 2012. Dezvoltarea competențelor cheie în școlile din Europa).

Eu consider că cea mai eficientă modalitate de înțelegere și cunoaștere de către elevi a mecanismelor vieții se realizează cu ajutorul experimentelor științifice interdisciplinare.

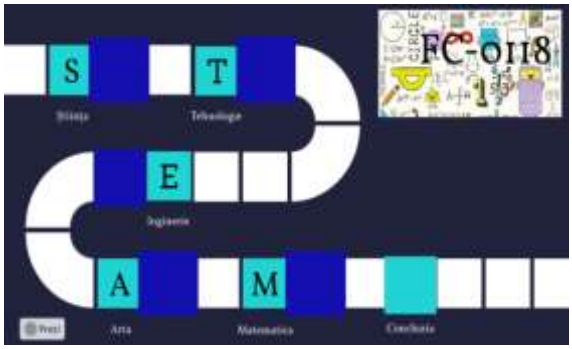
Predarea științelor cu ajutorul experimentelor științifice simple, cu caracter interdisciplinar, adecvate vârstei și nivelului de înțelegere al acestora, ajută elevii să își dezvolte gândirea logică și creativitatea, să își formeze deprinderi practice, să își îmbunătățească cunoștințele despre fenomenele biologice, fizice și chimice din lumea vie, să își formeze și să își dezvolte personalitatea.

În continuare, doresc să exemplific câteva competențe matematice, competențe de bază în știință și tehnologie, care pot fi obținute printr-o abordare STEM: realizarea dirijată a unor activități simple de investigare științifică; folosirea unor metode de înregistrare și reprezentare a datelor experimentale obținute; formularea unor concluzii simple pe baza datelor experimentale obținute în cadrul investigațiilor științifice; utilizarea unui limbaj științific adecvat pentru a explica fenomenele observate; modelarea/confecționarea unor produse, lucrări creative, pentru studierea unor fenomene fizice, chimice și biologice.

O modalitate de a realiza activități STEM o reprezintă disciplinele de specialitate.

Elevii anului III, din CEEE, care au lucrat timp de 6 săptămâni, au realizat un produs conform Programului de Formare Profesională, au prezentat rezultatele activităților creative, dar la bază au pus disciplina Matematica/Informatica. Fiind repartizați în grupuri a câte 3 elevi, au lucrat conform unor cerințe unice și criterii de evaluare.

Prezentarea etapelor de realizare a produselor au fost demonstrate cu ajutorul prezentărilor Power Point sau Prezi:



Produsele realizate conform Programului de Formare Profesională au fost demonstrate și apreciate de către spectatori. Evident că, pentru realizarea acestor produse elevii au avut nevoie de competențe profesionale, precum și studierea disciplinelor de specialitate, cum ar fi:

- ✓ Circuite digitale
- ✓ Circuite analogice și de conversie
- ✓ Materiale, tehnologie și componente pasive
- ✓ Dispozitive electrice și electronice
- ✓ Electrotehnica
- ✓ Tehnologia producerii și construcției
- ✓ Montarea și deservirea instalațiilor de climatizare
- ✓ Instalații de climatizare
- ✓ Securitatea și sănătate în muncă
- ✓ Desenul tehnic
- ✓ Sisteme de operare
- ✓ Limbaje de programare
- ✓ Programare Web
- ✓ Proiectarea asistată de calculator
- ✓ Practica de montare și măsurare
- ✓ Practica la calculator.

Educația postmodernă se adaptează, zi de zi, nevoilor tinerilor ce se pregătesc pentru un viitor în care cheia succesului este cum să știi să te adaptezi și să folosești ceea ce ai învățat pentru o continuă schimbare. Eu ca profesor susțin formarea prin valorile educației STEM, integrând noile tehnologii în viața și educația elevilor, nu doar funcțional ci și pentru a încuraja curiozitatea și experimentele cu ajutorul proiectelor.

Abordarea interdisciplinară STEM, este o provocare pentru sistemul educațional, în vederea alinierii acestuia la tendințele educaționale actuale, din țările Uniunii Europene.

Investește în dezvoltarea ta profesională!

Ea este responsabilitatea și prioritatea ta în drumul spre succes!

Bibliografie

1. Comisia Europeană. *Propunere de recomandare a Consiliului Europei privind competențele-cheie pentru învățarea pe tot parcursul vieții*. Bruxelles, 17.01.2018.
2. CRISTEA, S. Un document excepțional de politică a educației, fundamentat istoric și pedagogic. În: *Tribuna Învățământului*, Seria nouă, nr. 2/2020.
3. LIXANDRU, F.I. et al. Educația STEM – o necesitate în strânsă conexiune cu realitatea. În: *Tribuna Învățământului*, nr. 1442 (3322) din 28.05-3.06.2018.
4. LIXANDRU, F.I. et al. Educația STEM – o necesitate în strânsă conexiune cu realitatea(II). În: *Tribuna Învățământului*, nr. 1443 (3323) din 4.06-10.06.2018.
5. Recomandarea Consiliului din 22 mai 2018 privind competențele-cheie pentru învățarea pe tot parcursul vieții. În: *Jurnalul Oficial al Uniunii Europene*, 4.06.2018.
6. Suport de curs Erasmus +, Proiectul "Education for all in a European school" (Educație Pentru Toți într-o Școală Europeană). *Innovative Math and Science Applications at Schools* (Stem), Barcelona, 21-25.10.2019.

CZU: 159.922.7

ABORDĂRI DIDACTICE INOVATIVE ÎN PREVENIREA FENOMENULUI DE BULLYING ȘI CYBERBULLYING ÎN MEDIUL ȘCOLAR

Amalia-Ramona GURZĂU
Ancuța-Georgeta PERDE
Liceul de Informatică „Tiberiu Popoviciu”, Cluj-Napoca, România

Rezumat. Evoluția noilor tehnologii, a adus inovații care au schimbat pentru totdeauna modul în care oamenii interacţionează. Deşi aceste evoluţii au permis oamenilor să evolueze în multe domenii, acestea, de asemenea, au generat extinderea formelor de agresiune online pe scară largă. Este explicabil, așadar, modul în care agresiunea tradițională de tip *bullying* a dezvoltat și componenta cunoscută astăzi drept *cyberbullying*. Scenariul activității didactice experimentale este subsecvent preocupărilor, în domeniul educațional, în ceea ce privește analiza și explorarea multiplelor fațete ale fenomenului de *cyberbullying*, cu accent pe investigarea implicațiilor și a problematicii generate de agresiunile de acest tip, precum și de nevoia descoperii și testării unor posibile, dar și reale soluţii.

Abstract. The evolution of new technologies has brought innovations that have forever changed the way people interact. Although these developments have allowed people to evolve in many areas, they have also led to the widespread spread of forms of online aggression. It is therefore explicable how the traditional *bullying* aggression developed and the component known today as *cyberbullying*.

The scenario of the experimental didactic activity is subsequent to the preoccupations, in the educational field, regarding the analysis and exploration of the multiple facets of the cyberbullying phenomenon, with emphasis on investigating the implications and problems generated by such aggressions, as well as the need to discover and test possible , but also real solutions.

Cuvinte cheie: bullying, cyberbullying, rețele de socializare.
Keywords: bullying, cyberbullying, social networks.

Introducere

Progresele uriașe în tehnologia digitală a ultimilor ani, combinate cu accesibilitatea mijloacelor de comunicare, precum și cu popularitatea de care se bucură rețelele de socializare, mai ales în rândul tinerilor, (Facebook, Instagram, Twitter etc.) creează un mediu favorabil apariției comportamentelor de tip denigrator, din categoria atacului la persoană (intimidare, hărțuire).

În aceste medii online, persoanele pot emite mesaje ostile, cu intenția explicită, dar, uneori implicit formulată, de a destructura integritatea morală, etică a unor subiecți, în scopul de a răni și a face rău/ a genera răul, în raport cu alte persoane. Astfel, hărțuirea electronică sau hărțuirea cibernetică este descrisă aidoma unui comportament agresiv intenționat, mediat ca intenție și intenționalitate prin intermediul noilor tehnologii [Kowalski & Limber, 2007; Law, Shapka și Olson, 2010; Slonje, Smith și Frisén, 2013].

Evoluția tehnologiilor (computer, Internet, smartphones etc.), în strânsă legătură cu progresul societăţii umane, a adus inovații care au schimbat pentru totdeauna modul în care oamenii interacţionează. Deşi aceste evoluţii au permis oamenilor să evolueze în multe domenii, acestea, de asemenea, au generat extinderea formelor de agresiune online pe scară

largă. Este explicabil, așadar, modul în care agresiunea tradițională de tip bullying a dezvoltat și componenta cunoscută astăzi drept *cyberbullying* (hărţuirea online).

Interesul pentru fenomenul hărţuirii şi a agresivităţii în societatea actuală s-a globalizat, impunându-se cu necesitate găsirea unor soluţii pentru prevenirea şi/sau limitarea acestui fenomen/ comportament.

Datele recente confirmă că există o prevalență de domeniul evidenței, în ceea ce privește amploarea *bullying-ului și a cyberbullying-ului (cu frecvență mai mare_ etichetarea, intimidarea, hărțuirea*) și în școlile din România. Copiii care sunt implicați în episoade de hărțuire au tendința de a prezenta și de a dezvolta mai multe probleme de sănătate mentală și de a avea reușite școlare precare, care pot să ducă chiar și la eșec școlar.

Agresiunea, sub toate formele ei, pare să se fi mutat din spațiile fizice ale şcolii („bullying") în mediul online, dezvoltând implicaţii mult mai serioase, favorizate prin potenţialul anonimităţii, al gradului scăzut de angajament personal în raport cu victima. Luând în considerare distanţa de tip online, mediată prin noile tehnologii între abuzator şi victimă, apreciem, totuși, un nivel scăzut al prejudiciului, respectiv al răului provocat, în lipsa stimulilor nonverbali și paraverbali, din categoria expresiilor faciale, a limbajului corporal, dar şi o teamă mult diminuată în raport cu eventuale repercusiuni.

Actualmente, cyberbullying-ul reprezintă nouă formă tipică de agresiune şi riscă să devină o problemă de sănătate publică, în adevăratul sens, cu multiple potențialități și în contextul vremurilor pandemice pe care le traversăm, având în vedere că activitatea educațională în mediul școlar a dezvoltat o componentă digitală semnificativă. [David-Ferdon & Hertz 2007].

Minorii, utilizatori frecvenți ai Internetului, pot fi cu ușurință expuși unor riscuri și pericole, în absența unei conduite responsabile în mediul online. Accesul facil la canale care încurajează pornografia la toate vârstele, întâlnirea unor necunoscuți/ potențiali agresori ca urmare a relaționării cu aceștia în mediul online, prin primirea și/sau trimiterea de mesaje text sau fișiere audio-video cu conţinut obscen sunt reale riscuri pentru tinerii consumatori de media și de rețele de socializare, aceștia putând cu ușurință deveni victime ale hărţuirii şi agresiunii în mediul online.

Descrierea activității educaționale_lecție integrată (Tehnologia Informației și a Comunicațiilor, Consiliere și dezvoltare personală)

Scenariul activității didactice experimentale este subsecvent preocupărilor, în domeniul educațional, în ceea ce privește analiza și explorarea multiplelor fațete ale fenomenului de *cyberbullying*, cu accent pe investigarea implicațiilor și a problematicii generate de agresiunile de acest tip în mediul online, precum și de nevoia descoperii și testării unor posibile, dar și reale soluţii.

Resurse educaționale și de timp: filmul „Dilema socială"; pagina de Facebook și postarea; decupaje din ziare și reviste; foaie pentru comentarii; 100 de minute.

Mod de organizare: activitatea este organizată frontal, individual și mixt, în funcție de etapele demersului didactic proiectat.

Metodele didactice: conversația nonformală, controversa constructivă, problematizarea, exercițiul și jocul de rol.

Activitatea debutează cu analiza filmului „Dilema socială”, un documentar, vizionat de către elevi, în prealabil, și se are în vedere o contextualizare amplă referitoare la felul în care suntem manipulați prin intermediul rețelelor de socializare pe care le folosim. Documentarul descrie modul în care design-ul rețelelor de socializare este special conceput pentru a provoca dependență, dar și pentru a genera un profit cât mai mare.

Figura 1 Paginile de Facebook și postările elevilor

În egală măsură, atenția este direcționată și către celelalte efecte negative ale societății media, spre felul în care rețelele de socializare pot influența foarte ușor părerile oamenilor, precum și emoțiile/ afectele acestora și pot fi folosite pentru a transmite informații false, de tipul „fake news”. Informațiile prezentate sunt transmise de foști angajați ai unor firme

precum Google, Facebook și YouTube, și chiar dacă intenția inițială este una bună, de a veni în sprijinul societății, aceste rețele de socializare ajung să creeze conflicte pe plan social și politic.

În partea a doua a activității didactice, elevii sunt implicaţi conştient și activ în experienţa de învăţare propriu-zisă și sunt solicitați să-și construiască o pagină virtuală de Facebook și o postare. Profilul creat trebuie să conțină cel puțin următoarele elemente: fotografia de profil, logo-ul, fotografia de copertă, numele utilizatorului, câteva informații specifice despre pagină și o postare care să-i reprezinte însoțită de un mesaj. Recomandarea este să-și contureze profilul și postarea desenând și/sau lipind colaje pe hârtie sau desenându-le într-un program cu ajutorul computerului.

Ulterior, fiecare elev primește câte un rol din categoria următoarelor: *drăguț, ironic, suporter, sensibil și răutăcios* și, în funcție de rolul primit, elevii scriu comentarii pentru postările celorlalți colegi.

La finalul activității didactice propuse, elevii evaluează progresiv cele două dimensiuni comportamentale pe care le-au receptat prin intermediului jocului de rol_ postura de victimă și postura de agresor, combinate cu celelalte elemente de conținut, cu potențial negativ/ dăunător pe care le întâlnesc/ le pot întâlni pe Internet.

Concluzii

Activitatea de învățare a permis elevilor să înțeleagă că social-media este un mediu care tinde să domine viețile oamenilor și să gestioneaze modul în care funcționeazăm/ reacționăm, în raport cu anumite situații de viață/ educaționale.

Mediul online s-a transformat într-un *modus vivendi* care, folosit necorespunzător, îi poate dezechilibra emoțional și social pe tineri.

Este impresionant modul în care rețelele de socializare, precum și diversele aplicații reușesc să-i manipuleze pe utilizatori și să le dezvolte dependență prin intermediul fluxurilor informaționale, prin intermediul virtualității unor lumi ca tind să substituie realitatea însăși. Prin feed-back-urile oferite de către elevi la finalul activității, aceștia au conștientizat cât de importantă este viața privată online și cât de atenți trebuie să fie cu postările, respectiv cu publicarea informațiilor personale pe care le introduc în diverse aplicații/ conturi create în mediul online.

Resursa educațională video utilizată a avut drept scop întărirea mesajului conform căruia rețelele sociale și de socializare pot cauza dependență severă și pot reduce semnificativ eficiența și productivitatea în raport cu activitățile cotidiene, zilnice, contexte nefavorabile în raport cu care alți subiecți pot profita.

Scenariul educațional nonformal abordat în cadrul orelor de specialitate, la disciplina Tehnologia Informației și a Comunicațiilor, clasele a IX-a s-a demonstrat a fi un experiment didactic, în măsură să evidențieze importanța adoptării unei conduite responsabile în relația cu cei din jur.

Activitățile educaționale au conturat un spațiu al reflecțiilor individuale și colective, referitoare la tipologia comportamentelor asertive, respectiv a atitudinilor agresive în raport cu o situație de bullying/ cyberbullying.

Pe termen mediu și lung, prin acțiuni și intervenții de tip followup, se va urmări și se va evalua întărirea comportamentelor asertive, în situații de învățare/ educaționale diferite și diversificate.

Bibliografie

1. COSMA, A.; BALAZSI, R.; BĂBAN, A. Bullying involvement and the experience of negative emotional states in Romanian school children: the role of substance abuse, Psicologia. In: *Saude and Doenca*, 2/2015. dx.doi.org/10.15309/15psd160206.
2. COLAROSSI, L.G.; ECCLES, J.S. Differential effects of support providers on adolescents' mental health. In: *Social Work Research*, 2003. 27, p. 19–30.
3. SLONJE, R.; SMITH, P. K. Cyberbullying: Another main type of bullying? In: *Scandinavian Journal of Psychology*, 2008. 49, p. 147-154.
4. KOWALSKI R.M.; LIMBER S. Psychological, Physical, and Academic Correlates of Cyberbullying and Traditional Bullying. In: *Journal of Adolescent Health*, 2012. Nr. 53. http://dx.doi.org/10.1016/j.jadohealth.2012.09.018
5. KOWALSKI R.M.; GIUMETTI G.W.; SCHROEDER A.N.; LATTANNER M.R. Online First Publication, February 10, 2014. http://dx.doi.org/10.1037/a0035618.

CZU: 371.3:004

PARADIGMA STEAM: REIMAGINAREA EDUCAȚIEI

Pavel MAXIAN, profesor de informatică
Liceul Teoretic ”A. Agapie” din s. Pepeni, Sângerei

Rezumat. Termenul STEAM este folosit în moduri foarte diferite în educație. De la un simplu acronim care face referire la cele cinci câmpuri discrete la o modalitate de indicare a acestor câmpuri, au obiective, metodologii și problematici comune. Astăzi, disciplinele STEAM sunt predate în principal într-un mod izolat, dar avem nevoie ca STEAM să fie predate într-un mod integrat. Dacă vom „STEAM”(eng. ”aburi”) educația, ne putem asigura că viitorii cetățeni vor fi gata să abordeze orice problemă din societate, într-un mod colaborativ, critic și eficient.

Abstract. The term STEAM is used in very different ways in education. From a simple acronym referencing the five discrete fields to a way of indicating these fields have common aims, methodologies and problematics. Today, STEAM disciplines are taught mainly in an isolated way, but we need STEAM to be taught in an integrated way. If we “STEAM” education, we can ensure future citizens will be ready to tackle any issues in society, in a collaborative, critical and efficient way.

Cuvinte-cheie: STEAM, educație, paradigmă, schimbare.
Keywords: STEAM, education, paradigm, challenge.

Introducere

> “STEAM este ARTA gândirii și punerii în practică a ideilor, prezentărilor sau obiectelor folosind instrumente (TEHNOLOGIE), cunoștințe din ȘTIINȚE, activități de gândire MATEMATICĂ și proiectare (INGINERIE), într-un mod coordonat, astfel încât după fiecare element STEAM să le completeze pe celelalte”. (Merrie Koester)

STEAM se referă la utilizarea creativității și a gândirii critice în învățarea despre lumea și universul nostru.

Conceptul STEAM pune în evidență abilitățile de creativitate, colaborare, gândire critică și comunicare. O privire asupra lucrărilor lui Leonardo da Vinci va atesta acest lucru!

STEAM și învățarea bazată pe probleme se bazează pe principiul învățării prin realizare, un mod puternic și memorabil de a învăța [2].

Educația tradițională STEM se concentrează în principal pe dezvoltarea abilităților de gândire convergente (rezolvarea problemelor), în timp ce educația artistică pune accentul pe abilitățile de gândire divergente (creative). Abilitățile convergente urmează un proces specific pentru a ajunge la o soluție pentru o problemă, în timp ce abilitățile divergente vizează explorarea multor soluții posibile la o problemă. Prin urmare, se spune că abilitățile de gândire divergente stimulează creativitatea [1].

Educația STEAM a câștigat o atenție mai semnificativă doar în ultimii ani, astfel încât există încă multe provocări la introducerea acestui stil interdisciplinar de educație în practică.

STEAM și reimaginarea educației

Următoarea revoluție industrială, abordată de Forumul Economic Mondial în 2016, este prevăzută să creeze un mediu care integrează lumea digitală, lumea materială și alți oameni

prin aplicarea inteligenței artificiale (AI) și a informațiilor pentru toate manierele de produse și servicii [3].

Ne propunem să creăm o societate în care să putem rezolva diverse provocări sociale prin încorporarea inovațiilor celei de-a patra revoluții tehnologice (Internetul obiectelor (IoT), big data, inteligență artificială (AI), roboți și, de asemenea, economia de partajare) în fiecare industrie și viață socială. Procedând astfel, societatea viitorului va fi una în cadrul căreia se creează noi valori și servicii în mod continuu, făcând viața oamenilor mai ușoară și durabilă. Aceasta poate fi Society 5.0, o societate super-inteligentă.

Viziunea pentru Societatea 5.0 se bazează în mare măsură pe integrarea continuă a tehnologiei în existență, necesitând o înțelegere clară a modului în care tehnologia va fi încorporată în societate și a efectelor semnificative din aval pe care le va produce.

Deși frumusețea intrinsecă a științei și fascinația pentru modul în care funcționează lumea au condus explorarea și descoperirea de secole, multe dintre provocările cu care se confruntă omenirea acum și în viitor - legate, de exemplu, de mediu, energie și sănătate - necesită soluții sociale, politice și economice care trebuie să fie informate profund prin cunoașterea științei și ingineriei de bază.

Lumea se confruntă cu provocări majore, cum ar fi schimbările climatice și tranziția energetică. Aceste provocări au un subiect STEM la baza lor, dar abilitățile și cunoștințele de la toate celelalte materii sunt necesare pentru a crea soluții STEAM.

Mai mult, lumea se află în fața unui potențial unic de reinventare a învățării științifice, deschizându-și școlile către abordări creative și inovatoare, care situează educația în centrul unui continuum de învățare care are loc în interacțiune cu un spectru larg de actori societali. Prin urmare, trebuie să asigurăm un angajament relevant și semnificativ al tuturor actorilor societali cu știința și să creștem adoptarea studiilor științifice și a carierelor bazate pe știință, capacitatea de angajare și competitivitatea în lumina unei noi lumi în care învățăm să ne ocupăm de realitățile unei pandemii globale.

Școala creativă și inovatoare pare a fi un vehicul eficient pentru o astfel de nouă reinginerie participativă a școlii. Cu toate acestea, acțiunile actuale față de școala creativă și inovatoare încă se luptă cu structurile organizaționale tradiționale, planurile de învățământ învechite și lipsa unei viziuni pe termen lung.

Creativitatea are un rol important în multe procese științifice, care constituie o structură mare și complexă. Este dificil de identificat și măsurat. Creativitatea elevilor poate fi sporită prin programe de educație specifice. Trebuie să înțelegem fenomenul creativității în contextul predării și educației și, mai exact, ceea ce facem, care permite creativității să apară.

Astăzi, în general în Europa, în învățământul secundar, disciplinele STEAM continuă să fie predate într-un mod izolat. În general, nu există clase STEAM. Pentru a atrage cu adevărat interesul STEAM și pentru a arăta societății rolul cheie pe care STEAM îl joacă în îmbunătățirea vieții noastre și a nevoii lor pentru viitorul nostru, avem nevoie ca STEAM să fie predat într-un mod integrat.

Avem nevoie de toate componentele STEAM pentru a lucra împreună. Trebuie să aplicăm măsuri pentru a preda diferitele discipline într-un mod integrat, conectat la problemele din viața reală. Avem nevoie de „educarea la abur”. Dacă vom „STEAM IT”, ne putem asigura că viitorii cetățeni vor fi gata să abordeze orice problemă din societate, într-un mod colaborativ, critic și eficient.

O provocare majoră cu care se confruntă orice inițiativă, care are nevoie de o colaborare atât de strânsă între guvern, mediul academic și mediul de afaceri, este faptul incontestabil că fiecare dintre aceste sfere posedă propriile sale cadre conceptuale specializate, metodologii, vocabulare, bune practici și culturi la locul de muncă, care vor fi de neîncercat chiar personalului inteligent și bine instruit din celelalte sfere [6].

Multe sisteme educaționale și factori de decizie din întreaga lume sunt preocupați de avansarea competențelor în domeniile STEAM și s-au angajat în unele reforme educaționale. Reformele recente din SUA (cum ar fi Next Generation Science Standards (NGSS)) pledează pentru integrarea intenționată a STEAM.

În cadrul NGSS, există trei dimensiuni distincte și la fel de importante pentru învățarea științei [4]:

- Conceptele transversale îi ajută pe studenți să exploreze conexiunile între cele patru domenii ale științei, inclusiv fizica, științele naturale, știința Pământului și a spațiului și proiectarea inginerească.
- Științele și practicile inginerești descriu ce fac oamenii de știință pentru a analiza lumea naturală și ce fac inginerii pentru a stiliza și construi sisteme. Elevii se angajează în practici pentru a crea, aprofunda și aplica cunoștințele lor despre ideile de bază și conceptele transversale.
- Ideile de bază disciplinare sunt ideile cheie în știință care au o importanță largă în cadrul sau în mai multe discipline științifice sau inginerești. Aceste idei de bază sunt grupate în domenii: Fizică, Științe naturale, Știința Pământului și a Spațiului și Inginerie.

Implementarea NGSS necesită o schimbare fundamentală de paradigmă în modul în care oferim educație științifică. Educatorii trec de la transmiterea bazei de cunoștințe și a materialelor de conținut la încurajarea gândirii și argumentării științifice. O modalitate de a începe schimbarea începe cu învățarea abordării pedagogice mai întâi, astfel încât să înțelegeți modul de a ghida o lecție înainte de a vă specializa în conținut.

Comitetul european al regiunilor (ECR) subliniază că, în timp ce extinderea sectoarelor economice intensive în inovare precum TIC, robotică, automatizare, cercetare și dezvoltare tehnică, logistică și diverse activități de inginerie este prognozată să continue în mod susținut, poate fi împiedicat de implementarea necorespunzătoare a educației STEAM. Este de îngrijorat faptul că în ultimele decenii sunt observate trei deficiențe în relevanță STEAM:

- poate exista o lipsă la nivel european de profesori specializați în STEAM;
- rezultatele obținute de sistemul de învățământ nu par să fie întotdeauna în concordanță cu cerințele pieței muncii.

ECR recomandă ca Comisia Europeană și statele membre să întreprindă eforturi coordonate în consolidarea educației STEAM în UE [5].

Concluzii

Îmbunătățirea educației în domeniile matematică și științe și inspirarea copiilor să revizuiască și să urmeze cariere în domeniile STEAM, ar necesita viziune și angajament din partea guvernului și liderilor din educație și sprijin din partea industriei. În calitate de societate, am dori să ne extindem investițiile în sistemele de învățământ pentru a obține o bază solidă în materiile STEAM.

Guvernele ar trebui să utilizeze standardele de bază și programele de evaluare pentru a stimula dezvoltarea unei educații STEAM și a forței de muncă consistente și aliniate, la orice nivel.

Bibliografie

1. Sursă: https://jstem.org/jstem/index.php/JSTEM/article/view/2438/2201
2. Sursă: https://uncw.edu/jet/articles/vol11_2/volume1102.pdf#page=45
3. Sursă: https://www.mri.co.jp/en/about-us/info/group_report/dia6ou000000ffts-att/GroupReport2017_e.pdf
4. Sursă: https://www.nextgenscience.org/three-dimensions
5. Sursă: https://webapi2016.cor.europa.eu/v1/documents/COR-2018-06435-00-00-AC-TRA-EN.docx/content
6. Sursă: https://www.mdpi.com/2076-0760/8/5/148/pdf

CZU: 37.015

TRANSDISCIPLINARITATEA – UN MODEL INTEGRAT DE ABORDARE A INSTRUIRII

Octavian MÂNDRUȚ
Ana - Marilena MÂNDRUȚ
Universitatea „Constantin Brâncuși”, Târgu Jiu, România
Centrul de Curriculum și Didactică

Rezumat. Articolul de față se axează pe identificarea unor posibilități de realizare a elementelor esențiale presupuse de o învățare transversală, transdisciplinară, prin intermediul disciplinelor clasice. Transdisciplinaritatea în știință constituie un model de reunificare a preocupărilor științifice îndeosebi prin dimensiunea lor metodologică. Pentru învățământ, acest lucru este posibil în mod prioritar prin reunificarea tipurilor predominante de activități de învățare (și de acțiune) care sunt, în sens larg, similare pentru toate domeniile educaționale. Pornind de la modelul imaginat de D'Hainaut, a fost elaborat un model nou, cu 30 de activități de învățare, predominant transversale. Numărul acestora ar putea să fie mai mare, iar fiecare activitate predominantă cuprinde componente interioare identificabile. Raportat la domeniile de studii, este sugerată legătura dintre fiecare activitate de învățare și oportunitățile proprii disciplinei. Un model ideal de transdisciplinaritate ar trebui să organizeze activitatea de învățare pe aceste categorii transversale, ofertele de conținuturi fiind selectate în raport de necesitățile realizării acestora. Pe termen scurt, un astfel de model este greu de aplicat. În acest sens, soluția o reprezintă dezvoltarea activităților de învățare transversală prin intermediul disciplinelor școlare actuale. Un model pentru o disciplină școlară a pus în evidență varietatea deosebită a posibilităților de aplicare, în contextul actual.

Abstract. This article focuses on identifying possibilities to achieve the essential elements entailed by transversal, transdisciplinary learning, through classic subjects. Transdisciplinarity in science is a model for reuniting scientific concerns, especially through their methodological dimension. In the case of education, this is possible mainly by reuniting the predominant types of learning (and action) activities, which are broadly similar for all educational domains. Building on the model imagined by D'Hainaut, a new model was elaborated, with 30 predominantly transversal learning activities. Their number could be greater, and each predominant activity comprises identifiable internal components. In relation to fields of study, it suggests a link between each learning activity and the specific opportunities of the subject. An ideal model of transdisciplinarity should organize the learning activity according to these transversal categories, content offers being selected in relation to their needs. On the short term, such a model is difficult to apply. In this sense, the solution is to develop transversal learning activities through current school subjects. A model for a school subject emphasizes the outstanding variety of application possibilities, in the current context.

Cuvinte cheie: transdisciplinaritate, D'Hainaut, activități de învățare, învățare transversală, model integrat
Key words: Transdisciplinarity, D'Hainaut, learning activities, transversal learning, integrated model

Textul de față reprezintă o sinteză a unor preocupări anterioare și nu are un caracter conjunctural. Se bazează pe o serie de idei, constatări și opinii exprimate într-o formă asemănătoare într-un capitol al unei lucrări referitoare la elementele inovative actuale din curriculum și didactică [9].

(1) Elemente teoretice

Transdisciplinaritatea este un concept aplicabil atât cercetării științifice, cât și procesului educațional (în sens larg). Ea reprezintă o dimensiune generală a procesului de cunoaștere, cuprinzând atât demersul științific, cât și învățarea. În prezent există mai multe abordări și poziții metodologice referitoare la acest concept.

Necesitatea unei abordări transdisciplinare a învățării școlare rezultă din compararea învățării „naturale", globale (și, într-o oarecare măsură, ideale) cu învățarea actuală, segmentată pe discipline, situații de învățare, medii educaționale, vârste. Trebuie să observăm că *învățarea în sine este un proces general uman*, care se desfășoară cu aproape toate caracteristicile sale comune la majoritatea indivizilor, iar universul supus atenției de cunoaștere și investigare este unitar. Astfel, în mod natural, *realitatea obiectivă este unitară, iar procesul de înțelegere și cunoaștere a acesteia, de asemenea unitar*.

Sub raport educațional, această unitate se păstrează într-o anumită formă în învățământul preprimar și, parțial, în învățământul primar. Existența unui educator individualizat (și nu mai mulți profesori, în paralel), facilitează învățarea integrată. Metodele de lucru, tipurile de activități de cunoaștere și învățare au, fiecare în parte, o coerență și o omogenitate rezultate din personalitatea cadrului didactic.

În perioada de început a cunoașterii raționale exista o singură realitate investigată și un demers unic. În acel moment, realitatea se rezuma la ceea ce este vizibil direct, iar procesul de cunoaștere era predominant observațional. Se poate exemplifica prin orice gânditor semnificativ din Antichitate, dar exemplul lui Aristotel este, într-un fel, mai substanțial. Aristotel avea în față o realitate unică, vizibilă sub aspecte diferite, care era formată din obiecte, corpuri, plante, animale, aer, lumină, soare, relief, ape, vreme etc. Nivelul de cunoaștere anterior momentului său nu depășea perceperea și aprecierea observațională și era limitat la un experiențial predominant individual. Procesul de cunoaștere practicat de Aristotel era, de asemenea, unitar, fiind format din activități diferite, mai mult sau mai puțin dirijate (observare, analiză, notare, exprimare și chiar experimentare). Adâncind cunoașterea, Aristotel a „inventat" științe și domenii aprofundate din această realitate: lumea vie, corpul omenesc, psihicul uman, fizica corpurilor, acustica, meteorologia, precum și metafizica, psihicul uman (*de* anima, „despre suflet") și gândirea metateoretică. În perioada experiențială proprie, Aristotel nu și-a dezvoltat foarte mult sistemul de investigație prin metode instrumentale aprofundate, ci a rămas la un nivel observațional, continuat prin construcții și inferențe logice.

Evoluția postaristoteliană a științelor a diversificat foarte mult cunoașterea, ajungându-se în prezent la un număr foarte mare de domenii de preocupări, științe, discipline și probleme. De asemenea, instrumentarul de cunoaștere a depășit foarte mult simplele repere observaționale, ajungându-se la aprofundări foarte greu de imaginat în multiple domenii (medicină, fizică, chimie, biologie etc.).

Însuşi modul de producere al cunoaşterii este perceput într-o formă mai nuanţată, ca rezultat al opticii de funcţionare a creierului, care a adoptat în cursul evoluţiei sale soluţia „construirii complexităţii computaţionale” pentru cunoaştere [7, p. 173].

În prezent, realitatea este compusă din mai multe fragmente (ştiinţe, discipline, domenii) şi este investigată printr-un ansamblu de metode şi instrumente de cercetare.

Există abordări teoretice referitoare la transdisciplinaritate, mai vechi sau mai recente, mai mult sau mai puţin apropiate între ele.

Un specialist în creativitate şi inventică, I. Moraru [13], arată că „unidisciplinaritatea, pluridisciplinaritatea, interdisciplinaritatea şi transdisciplinaritatea constituie trepte ascendente în trecerea de la diversitate spre unitate, de la juxtapunere spre integrare şi de la singular către universal” [13, p. 12], iar „prin transdisciplinaritate se realizează trecerea: a) de la integrarea relativ nediferenţiată, realizată pe orizontală, la o *integrare selectivă, orientată transversal*; b) de la particular, la general; c) de la concepte locale, la paradigme larg unificatoare” [idm, p. 13]. De asemenea, autorul este de părere că „istoria ştiinţei pare să confirme concluzia conform căreia conceptul de transdisciplinaritate este de acelaşi rang cu conceptul de filozofie a ştiinţei” [idem, p. 14], iar „filosofia a practicat dintotdeauna „transdisciplinaritatea” [ibid., p. 15].

De asemenea, într-un sens similar, T. B. Bottomore arată că transdisciplinaritatea „presupune contactul şi cooperarea a diferite discipline, care au loc mai ales datorită faptului că aceste discipline au sfârşit prin a adopta un acelaşi ansamblu de concepte fundamentale”, adică „aceeaşi paradigmă” [1, p. 29].

După Paul, P. [18], transdisciplinaritatea este „un proces epistemologic şi metodologic de rezolvare a datelor complexe şi contradictorii (ale realităţii), situând legăturile în interiorul unui sistem global şi ierarhizat, dar fără limite imuabile între discipline, cu scopul de a identifica soluţii practice” [18, p. 5].

O viziune originală asupra transdisciplinarităţii este conturată de B. Nicolescu (2009) în cunoscuta carte referitoare la această temă şi prin *Carta transdisciplinarităţii* (redactată în 1994 împreună cu Lima de Freitas şi Edgar Morin). Conform lui Nicolescu, „transdisciplinaritatea se referă la ceea ce se află în acelaşi timp şi între discipline şi înăuntrul diverselor discipline şi dincolo de orice disciplină. Finalitatea sa este înţelegerea lumii prezente, unul din imperativele sale fiind unitatea cunoaşterii” [15, p. 53]. Autorul arată că pot exista „diferite grade de transdisciplinaritate” şi că nu există o disciplină favorizată în detrimentul alteia, din punctul de vedere al transdisciplinarităţii [idem, p. 145]. Transpunerea educaţională a transdisciplinarităţii este realizată într-o formă foarte generală, care lasă posibilitatea mai multor interpretări şi direcţii [idem, p. 153].

În planul cercetării ştiinţifice, transdisciplinaritatea reprezintă desfăşurarea unor cercetări „care implică o colaborare sinergică între două sau mai multe discipline cu un înalt nivel de integrare a seturilor de cunoaştere disciplinară” şi „prioritizează problema peste preocupările specifice disciplinare, teorii sau metode” [6].

În plan educațional, există un număr de domenii monodisciplinare, fiecare cu un câmp metodologic (de cercetare și de predare) bine individualizat. În același timp însă, atât realitatea educațională, cât și cea științifică a rămas unitară, iar procesul de cunoaștere este de asemenea unitar (indiferent de prelungirea instrumentală a metodologiilor).

Pe măsura avansării în școlaritate, apar mai mulți actori care organizează procesul de instruire, realitatea este fragmentată în discipline școlare individualizate, iar procesul de învățare ia forme diferite atât din perspectiva disciplinelor respective, cât și a stilului educațional imprimat de fiecare profesor. Aceasta stimulează construirea unei imagini „caleidoscopice" a realității, atât ca obiect, cât și ca demers al cunoașterii. În acest context, este necesar și util ca unitatea învățării și unitatea obiectului supus învățării (realitatea înconjurătoare) să își recapete, fiecare, dimensiunea integratoare inițială.

Transdisciplinaritatea [16] „merge la rădăcina cunoașterii și chestionează modul nostru de a gândi, de a construi și de a organiza cunoștințele"; ea reprezintă „fundamentul pentru un nou și necesar demers interogativ" și se desfășoară „dincolo de dualismul perechilor opuse (subiect – obiect, materie – conștiință, simplu – complex, diversitate – unitate, reductivist – holistic)".

Există o anumită similitudine între rolul elementelor metodologice (în științe) și activitățile de învățare (în procesul de învățământ), precum și între domeniile științifice și cele educaționale.

Margaret Somerville și D. J. Rapport [19] sugerează ca teme cu un pronunțat caracter transdisciplinar *dezvoltarea durabilă*, *mediul înconjurător (environment)* și *natura, în ansamblul ei*.

Transdisciplinaritatea reprezintă, printre altele, „un nou demers în cercetare și rezolvare de probleme", pentru a „coopera în sensul de găsi un răspuns la provocările complexe ale societății" [20].

Paradigma transdisciplinară a fost concretizată la noi într-un mod constructivist în domeniul teoretic foarte generos al educației pentru mediul înconjurător [12] și, anterior (îndeosebi sub aspectul integrării conținuturilor), sub forma unui curriculum preuniversitar interdisciplinar centrat pe „Civilizație și cultură" [10].

Din perspectiva transdisciplinarității educaționale, există următoarele tipuri de opțiuni:

- compatibilizarea elementelor esențiale vectorizate de științe cu cele practicate în sistemul educațional; este cunoscută rapiditatea modificărilor în științe, în raport cu relativa stabilitate din învățământ;
- compatibilizarea între elementele metodologice ale activităților de investigație și procesele de învățare; se poate observa dinamica metodologiei și o anumită stabilitate a metodelor și a tipurilor predominante de învățare.

Transdisciplinaritatea reprezintă astfel încercarea de a reda unitatea lumii înconjurătoare prin obiect și prin procesul de cunoaștere.

Transdisciplinaritatea ar trebui să reflecte, în același timp, posibilitatea (și tendința) de unificare a științelor (în datele lor esențiale), precum și a metodologiilor de cunoaștere a realității. Această unificare nu se referă la suprapunerea conținuturilor (ceea ce înseamnă multidisciplinaritate) și nici a aprofundării domeniilor de intersecție (ceea ce înseamnă interdisciplinaritate). Ea reprezintă o „unificare" îndeosebi sub raport metodologic.

După L. Ciolan [3, p. 36 – 37], transdisciplinaritatea înseamnă „integrarea competențelor într-un cadru flexibil de acțiune, stabilit ca urmare a consensului asupra unor practici cognitive și sociale. Aceste scheme – cadru și practici nu se transformă în canoane academice, ci își manifestă validitatea doar în legătură cu contextele aplicării. Astfel, soluția unei probleme va trece dincolo de cadrele formale ale oricărei discipline și va fi eminamente transdisciplinară."

Am menționat această opinie, deoarece ea exprimă foarte intuitiv esența transdisciplinarității educaționale.

(2) Abordarea transdisciplinarității educaționale

Sursele teoretice ale transdisciplinarității ca dimensiune actuală a educației se regăsesc, printre altele, în:

- opiniile exprimate în mai multe ocazii de *principalul promotor inițial al transdisciplinarității* (D'Hainaut), a căror actualitate este evidentă;
- *competențele – cheie,* care au accepțiuni predominant transversale (ceea ce conferă o consistență transdisciplinară acestor competențe);
- *elementele definitorii principale ale sistemului atitudinal - valoric*;
- posibilitățile oferite de construire a unor *situații de învățare,* care să aibă un pronunțat *caracter transversal*.
- *elementele filosofice actuale* și îndeosebi *dimensiunea epistemologică* a acțiunii de investigare a realității obiective (dezvoltată de Godfrey – Smith, P., 2012);
- *științele naturii* și în științe, în general, prin ansamblul abordării metodologice a realității;
- *sistemul constructivist* de instruire și de autoformare referitor la procesul de cunoaștere.

Elementele de transdisciplinaritate se pot aplica la mai multe niveluri și domenii educaționale, cum ar fi:

- curriculum formal disciplinar (pentru fiecare disciplină semnificativă);
- învățarea nonformală și informală;
- domeniile, grupele de discipline, câmpuri și discipline individualizate;
- programe de studii (pentru formarea inițială și continuă);
- pregătirea individuală (ca parte a formării permanente);
- curriculum intenționat.

Totodată, există o corelație multiplă între următoarele elemente, luate câte două:

a) corelația dintre elementele de natură disciplinară și supradisciplinară a științelor în general și modul de reflectare a acesteia în structuri (și conținuturi) de învățare, în cadrul sistemului educațional;
b) corelația dintre disciplinele științifice și propriile metodologii de investigație;
c) corelația dintre disciplinele de învățământ și activitățile de învățare promovate cu ajutorul lor (consemnate în documentele curriculare și realizate prin instruire);
d) corelația dintre elementele metodologice presupuse de activitățile de cercetare (pe de o parte) și activitățile de învățare (presupuse de procesul de instruire), pe de altă parte;
e) raportul dintre științe și reflectarea lor în disciplinele școlare.

(2.1.) Bazele conceptuale ale transdisciplinarității la D'Hainaut

Considerăm că bazele conceptuale ale demersului de tip transdisciplinar se regăsesc în lucrările lui D'Hainaut apărute în perioada 1977 – 1980 și traduse la noi în timp real [4]. Autorul, după teoretizări succesive referitoare la posibilitățile realizării unui învățământ supradisciplinar, prezintă *principalele demersuri intelectuale care permit o integrare calitativă a învățării*, pe domenii relativ individualizate, la care se pot asocia conținuturi cu origini disciplinare.

Prezentăm aceste domenii, într-o formă sintetică și enumerativă, așa cum au fost menționate inițial [4, p. 367 – 382], deoarece sunt deosebit de interesante și actuale, reprezentând, în opinia noastră, baza instruirii transdisciplinare. Aceste domenii sunt:

- **a dobândi și a trata informațiile**; această activitate presupune, printre altele, identificarea surselor veridice de informații, căutarea unor surse alternative, analiza datelor, selecția și sintetizarea acestora, gruparea datelor și a informațiilor;
- **a identifica relații în mediul înconjurător** reprezintă o activitate de explorare, prin care pot fi identificate relații observabile, de o evidență care nu poate fi pusă la îndoială;
- **a comunica** (prin receptarea și emiterea mesajelor), la diferite niveluri și în diferite forme (forme nestructurate, forme scurte, structuri complexe);
- **a traduce dintr-un cod în altul**; aceasta cuprinde explorarea mesajului, transcrierea în alt cod, reconstruirea unei structuri coerente în noul cod de transmitere;
- **a se adapta**, domeniu care presupune relaționarea între raporturile individuale și ale colectivității, sub raportul comportamentelor cognitive și socio-afective;
- **a utiliza modele** este un demers foarte general, care presupune activități intelectuale simple, dar și demersuri complexe; autorul arată că folosirea modelelor presupune alegerea modelului adecvat, aplicarea materialului ales la situația particulară, evaluarea rezultatului, identificarea limitelor modelului și a valorii soluțiilor;
- **a rezolva probleme**; este o activitate foarte generală, care presupune: identificarea problemei, identificarea datelor, formularea problemei (inclusiv exprimarea naturii rezultatelor), controlul, stabilirea unui plan, utilizarea strategiei, controlul rezultatului;
- **a inventa, a imagina sau a crea**, presupune elemente de inovativitate;

- **a judeca sau a evalua** presupune un demers atât cognitiv, cât şi afectiv, referitor la rezultatele obţinute în urma unui proces de cunoaştere;
- **a alege**, domeniu apropiat de evaluare sau de apreciere, presupune identificarea (alegerea) unui element, a unui model sau a unui rezultat, care va reprezenta o soluţie capabilă să satisfacă anumite exigenţe formulate;
- **a abstrage**, presupune posibilitatea construirii unei generalizări pornind de la date experienţiale;
- **a explica**, reprezintă un demers mai complex, care presupune şi furnizarea unui model explicativ şi descriptiv, la nivelul relaţiilor observate;
- **a demonstra** sugerează o explicaţie cu paşi succesivi, care porneşte de la date experienţiale şi se finalizează cu o generalizare;
- **a prevedea, a presupune, a deduce**, constituie o familie de câmpuri de învăţare ce presupune identificarea unui sens evolutiv rezultat din aplicarea unei legi sau a unui model într-o situaţie nouă;
- **a învăţa** constituie un proces fundamental, detaliabil în mai multe componente cognitive, psihomotorii şi atitudinale;
- **a acţiona** reprezintă un nivel care excede propria învăţare, spre o zonă acţională, presupunând transferul experienţei intelectuale într-un demers de inserţie în realitate; autorul descrie modelele acţiunii raţionale [4, p. 378], utilizabile şi în prezent;
- **a decide** constituie, de asemenea, un proces complex, care însoţeşte acţiunea propriu-zisă şi are, de asemenea, mai multe componente şi niveluri interioare;
- **a concepe un plan de acţiune** reprezintă demersul anticipativ de imaginare a unei activităţi de cunoaştere, dar şi de învăţare, cu mai multe componente şi etape de parcurs;
- **a transforma** reprezintă un caz special al acţiunii raţionale orientate spre o finalitate;
- **a organiza** presupune o activitate de management a unui plan sau a unei strategii, care are ca scop optimizarea funcţionării unui sistem.

Am redat în detaliu aceste domenii, deoarece ele pot reprezenta un referenţial iniţial suficient de generos pentru abordarea instruirii centrate pe demersuri transdisciplinare.

Aceste demersuri intelectuale au o înaltă generalitate şi reprezintă totodată bazele educaţiei permanente, fiind recognoscibile în principalele metodologii disciplinare. Au, astfel, un implicit *caracter transdisciplinar*. Ele pot sta la baza educaţiei permanente şi la conturarea unei *didactici a transdisciplinarităţii*, care îşi poate propune să operaţionalizeze structurile generale de învăţare la situaţii concrete, eventual chiar pe structuri disciplinare sau interdisciplinare.

Acest demers este considerat de câţiva dintre principalii specialişti în problematica referitoare la curriculum educaţional [14, p. 344 - 356, 3, p. 130] ca principalul punct de plecare în proiectarea demersurilor transdisciplinare de învăţare sau a conţinuturilor [21, p. 62]. Astfel, referitor la *tipologia transdisciplinară a demersurilor intelectuale* formulată de L. D'Hainaut, I. Negreţ – Dobridor [14, p. 355] arată următoarele:

- acest demers are caracter deschis, în sensul că poate fi completat cu alte activități;
- demersurile descrise sunt situate la același nivel de determinare cu obiectivele taxonomiei lui Bloom (observație pertinentă și extrem de interesantă);
- aceste demersuri se transmit și se combină în diferite situații;
- demersurile nu sunt ordonate ierarhic (ceea ce se observă ușor) și sunt construite pentru a fi transferate în situații cu un grad mai înalt de concretizare;
- aceste demersuri sunt componente evidente ale activităților intelectuale;
- pe ansamblul lor, exced ca dimensiuni taxonomia lui Bloom;
- demersurile nu sunt gândite pentru situații de evaluare;
- ele nu sunt taxonomizate;
- demersurile intelectuale nu au sens decât prin asocierea acestora cu situații de învățare.

Am sintetizat opiniile profesorului I. Negreț – Dobridor, pentru a evidenția originalitatea, actualitatea și specificul abordării transdisciplinare imaginată de D'Hainaut.

Față de momentul publicării lor de către autor (1977 – 1980), a apărut în teoria și practica educațională un singur element, este adevărat, major: *tehnologia informației și comunicării*. Demersurile având un caracter deschis pot încorpora, sub forma unei structuri disjuncte, acest nou domeniu.

(2.2.) Competențele – cheie europene ca sistem transversal și transdisciplinar

Redăm în continuare, în contextul sugerat de domeniile de competențe – cheie, acele componente (depinderi, abilități, aptitudini) care au un pronunțat caracter transversal („deasupra" acestora) și implicit transdisciplinar.

Comunicare în limba maternă presupune, printre altele:

- a comunica oral și scris într-o varietate de situații
- a monitoriza și adapta propria comunicare la cerințele situației
- a distinge și a folosi diferite tipuri de texte
- a căuta, a colecta și a procesa informația
- a folosi resurse (de informare)

Comunicare în limbi străine presupune:

- abilitatea de a înțelege mesaje orale
- a iniția, a susține și a încheia conversații
- înțelegerea și producerea unor texte scrise adecvate
- folosirea adecvată a resurselor (de informare)
- învățarea limbilor într-un mod informal, ca parte a educației permanente

Competențele matematice presupun:

- a aplica principii și procese matematice de bază în viața cotidiană
- a urmări și a evalua diferite etape ale unei argumentații
- a adopta un raționament matematic

- a înțelege o demonstrație matematică
- a comunica în limbaj matematic
- a folosi resurse adecvate

Competențele de bază în științe și tehnologii presupun:

- abilitatea de a folosi instrumente și utilaje tehnologice
- a folosi date științifice pentru atingerea unui scop
- a recunoaște caracteristicile esențiale ale unei investigații științifice,
- abilitatea de a comunica concluziile și raționamentul subiacent

Competența digitală (TSI – Tehnologia societății informației) presupune:

- a căuta, a colecta și a procesa informația (din domeniul virtual)
- a folosi informația într-un mod critic și sistematic
- a folosi tehnici pentru producerea, prezentarea sau înțelegerea unei informații
- a accesa, a explora și a utiliza serviciile de pe Internet
- a folosi TSI pentru a sprijini o gândire critică, creativitatea și inovația

Competențele sociale și civice presupun:

- abilitatea de a comunica într-un mod constructiv
- a exprima și a înțelege puncte de vedere diferite
- a manifesta o reflecție critică și creativă

A învăța să înveți, domeniu prin excelență transversal. presupune, printre altele:

- dobândirea alfabetizărilor de bază: scrisul, cititul, numerația și TIC
- accesarea, procesarea și asimilarea de noi cunoștințe și aptitudini (deprinderi)
- a avea o gestiune eficientă proprie a învățării, a carierei și a activității profesionale
- a persevera în învățare, a se concentra pe perioade prelungite de timp
- a reflecta în mod critic asupra obiectului și finalității învățării
- a organiza propria sa învățare

Inițiativă și antreprenoriat presupune:

- a gestiona un proiect anticipativ
- a reprezenta și a negocia eficient
- abilitatea de a lucra individual și în colaborare și în echipe
- a evalua și a asuma riscuri

Sensibilizarea și exprimarea culturală presupun:

- a aprecia critic și estetic operele de artă și spectacolele
- a compara propriile puncte de vedere și opinii cu ale altora
- a dezvolta aptitudini creative care pot fi transferate în diverse contexte

După cum se poate observa, competențele – cheie cuprind în zona abilităților termeni de maximă generalitate. Majoritatea formulărilor au un caracter transversal, utilizabil la toate disciplinele tradiționale. De aceea și competențele – cheie pot fi incluse, într-o mare

măsură, în structurile presupuse de instruirea transdisciplinară. Competențele din domeniul TSI consemnează diferența fundamentală dintre anii 1970 și 2010 în ceea ce privește caracteristicile învățării umane.

(2.3.) Sistemul transversal de atitudini și valori

Sistemul de atitudini și valori este, prin excelență, transdisciplinar.

Constatările realizate pe baza analizei sistemului de atitudini și valori prezente în programele școlare [2] se pot reda sintetic astfel:

(a) sistemul de atitudini este continuu și stabil pentru o anumită disciplină, pe parcursul învățământului gimnazial și liceal (uneori cu anumite adăugiri pentru programele de liceu), iar în cadrul disciplinelor înrudite, atitudinile au semnificații convergente.

(b) cu câteva excepții, pentru fiecare disciplină există câte o atitudine referitoare la dezvoltarea interesului pentru studiul disciplinei și pentru dezvoltarea unui demers pozitiv pentru cunoaștere.

(c) atitudinile au în componență valori, procese și metode prin care acestea pot fi formate și dezvoltate.

Pornind de la constatările anterioare, propunem o taxonomie care poate cuprinde, într-o primă aproximare, următoarele componente:

(a) Receptarea mesajului atitudinal, prin:
- manifestarea interesului pentru ascultarea mesajului;
- înțelegerea mesajului receptat și alegerea unui răspuns adecvat;
- încurajarea dialogului pe o temă sugerată;

(b) Răspunsul la mesajul receptat, prin:
- acceptarea formulării unui răspuns;
- respectul pentru valorile altora;
- formarea atitudinii pozitive pentru un răspuns argumentat;
- oferirea unor justificări în sprijinul opiniei formulate;
- discutarea opiniei receptate.

(c) Valorizarea axiologică a mesajului atitudinal, prin:
- valorizarea diferitelor opinii exprimate;
- respectul față de adevăr;
- înțelegerea oportunităților și a limitelor limbajului în comunicarea atitudinală;
- utilizarea constructivă a argumentelor;
- acceptarea compromisurilor.

(d) Organizarea comportamentului personal, presupunând:
- compararea tipurilor de demersuri atitudinale posibile;
- compararea unor alternative, colaborarea, discutarea unor idei sau propuneri;

(e) Caracterizarea dimensiunii atitudinale, prin:
- evaluarea validității unui demers;

- încrederea în sine și susținerea unui demers;
- orientarea unor activități personale sau de grup;
- evitarea discuțiilor contradictorii ;
- asumarea unor inițiative personale (sau colective) de acțiune.

Această ordonare (a – e) indică vectorul de parcurgere și de formare a atitudinilor. Fiecare formulare generală are elemente supradisciplinare, de transversalitate. Sistemul este, în acest fel, transdisciplinar.

(2.4.) Sistemul activităților de învățare transdisciplinare (cognitive și acționale)

Preluând principalele componente ale sistemului descris de D'Hainaut, precum și elemente ale competențelor – cheie (deprinderi, abilități), am sintetizat principalele activități de învățare (și de acțiune) cu un pronunțat caracter transdisciplinar. Acest sistem poate reprezenta referențialul metodologic minimal pentru abordarea transdisciplinară a cunoașterii și învățării, aplicabil oricăror conținuturi disciplinare, multidisciplinare sau interdisciplinare. Sistemul poate cuprinde:

- Identificarea informației;
- Prelucrarea informației primare;
- Utilizarea informațiilor (primare, secundare);
- Ordonarea informațiilor;
- Comunicarea;
- Traducerea dintr-un cod în altul;
- Analiza realității;
- Comparare;
- Rezolvarea de probleme;
- Realizarea unei inferențe logice;
- Experimentarea;
- Demonstrarea;
- Utilizarea mediului virtual;
- Utilizarea modelelor;
- Construirea unui model;
- Explicarea;
- Crearea, inventarea, adaptarea (cognitivă);
- Modelare;
- Alegere;
- Aplicare;
- Decizie;
- Evaluare;
- Presupunerea / prevederea;
- Metacunoaștere;
- Învățarea;
- Conducerea unui plan de acțiune;
- Autogestiune personală;
- Acțiune / transformare;
- Planificare;
- Organizare.

La aceste activități preponderent cognitive și acționale se poate adăuga un set de atitudini și valori, preluabil din lista lărgită prezentată anterior; pot fi adăugate și alte aspecte cognitive, acționale sau atitudinale, care vizează elemente ale cercetării: negocierea unor situații, colaborarea individuală, ajutor între parteneri, asumarea comună a rezultatelor, aplicarea cunoștințelor etc.

Sistemul transdisciplinar al activităților de cunoaștere (și de acțiune) devine mai ușor de aplicat dacă i se asociază anumite clase de referință, ca în tabelul sintetic de mai jos.

Nr. crt.	Domeniul activităților cognitive	Verbe	Domenii (clase) de referință (Activitatea de învățare se referă la)
1	Identificarea informației	a identifica	Informații referitoare la: elemente, procese, concepte, termeni, date
2	Prelucrarea informației	a prelucra	Informații primare, informații secundare, documente, informații orale, virtuale
3	Utilizarea informației	a utiliza	Informații, metodologii, tehnici, termeni, date, TIC, informație scrisă, orală, mixtă, virtuală
4	Ordonare	a ordona	Valori factuale, mărimi, elemente, succesiuni
5	Comunicare	a comunica	Informații, date, modele, rezultate, opinii
6	Traducere / transformare	a traduce	Coduri, semne, semnificații, limbaje, modele, grafice
7	Analiza (realității)	a analiza	Realitatea obiectivă, realitatea subiectivă, modele, informații, situații
8	Comparare	a compara	Elemente, fenomene, date, imagini, modele
9	Rezolvare	a rezolva	Probleme, situații de învățare, situații reale
10	Inducere	a induce	Succesiuni, fenomene, legi, principii
11	Deducere	a deduce	Succesiuni, fenomene, legi (particulare)
12	Experimentare	a experimenta	Situații reale, modele, situații noi
13	Demonstrare	a demonstra	Aserțiuni, realități vizibile, succesiuni, rezultate
14	Explicare	a explica	Relații, sisteme, interacțiuni, forme, realități
15	Creare / Inventare / Adaptare	a crea / a inventa / a (se) adapta	Informații, modele, structuri, probleme, realități obiectuale și virtuale
16	Utilizarea modelelor	a utiliza	Modele construite, modele virtuale
17	Construirea unui model	a construi	Modele de procese, sisteme, structuri, modele virtuale
18	Alegere	a alege	Variante reale, virtuale, alternative, situații, opțiuni
19	Decizie / aplicare	a decide / a aplica	Acțiuni, opțiuni, realități, situații, rezultate
20	Evaluare	a evalua	Situații, acțiuni, structuri, rezultate, opinii, realități
21	Utilizarea mediului virtual	a utiliza IT	Componente ale mediul virtual (internet, CD, web, TIC, GIS)
22	Prevedere / Anticipare	a prevede / a anticipa	Sfârșitul unei acțiuni, al unui proces; anticiparea unui rezultat, al unei finalități
23	Presupunere	a presupune	Acțiuni, situații, intenții, succesiuni, finalități
24	Cunoaștere intuitivă	a intui	Fenomene, finalități, rezultate, procese, legi, principii, realități virtuale sau subiective
25	Învățare / Instruire	a învăța	Elemente, concepte, structuri, idei, metode,
26	Acțiune	a acționa	Demersuri teoretice și practice
27	Planificare	a planifica	Acțiuni, activități, probleme, evoluții, demersuri
28	Organizare	a organiza	Acțiuni, activități, demersuri cognitive
29	Metacunoaștere	a reflecta	Reflecție asupra științei, culturii, gândirii
30	Autogestiune personală	a (se) autodezvolta	Cunoștințe, atitudini, abilități, autoreflectare, organizare personală, proiectare

(3) Analiza activităților cognitive și de învățare transdisciplinare

Redăm mai jos, în continuare, într-o formă sintetizată, dar descriptivă, principalele câmpuri de accepțiuni pentru domeniile menționate în tabelele anterioare. Precizările și detalierile au un caracter exemplificativ, nu sunt exhaustive și normative și sunt destinate îndeosebi unui proces de reflecție.

Identificarea, prelucrarea și utilizarea informației presupune identificarea, prelucrarea, transformarea și utilizarea informațiilor pertinente, indiferent de sursă și valoarea lor de adevăr. Principalele tipuri de informații sunt următoarele:

- informații pe suport scris (cărți, manuale, culegeri, reviste, lucrări literare, texte din ziare);
- informații orale (verbale): conversații, declarații verbale, surse mass-media;
- informații grafice (în limbaje și coduri diferite, inclusiv modele);
- informație virtuală (Internet, CD, pagini web, GIS, TIC);
- informație personală (stocată în memorie).

Activitatea de identificare, prelucrare și utilizare a informațiilor este una dintre cele mai generale activități cognitive, cu o utilizare în toate domeniile. Ea presupune:

a) *identificarea informației*, constând în selectarea informației pertinente (cu o anumită relevanță pentru momentul accesării ei), identificarea unor surse alternative și complementare;

b) *prelucrarea informației*, presupunând: organizarea informațiilor în structuri noi (fără modificarea lor calitativă), randomizarea informațiilor după diferite criterii (relevanță, cronologie);

c) *utilizarea informației*, presupunând transformarea informației primare în informație secundară, de exemplu datele în grafice etc. și transformarea informației dintr-un limbaj în altul.

Accesarea, prelucrarea și utilizarea informației reprezintă în acest fel o activitate cognitivă de un înalt interes pentru promovarea unei viziuni transdisciplinare asupra instruirii și asupra realității investigate.

Analiza realității reprezintă o activitate general valabilă, care se modifică în timp și în raport cu obiectul analizat. Realitatea poate fi obiectivă sau subiectivă.

(a) *Analiza realității obiective* presupune utilizarea unui set de criterii, metode și modalități de analiză cât mai veridice, asupra realității observabile. Analiza este stimulată de interesul pentru finalități și beneficii. Pot fi utilizate metode cum ar fi: observare, consemnare, colectarea datelor primare, înregistrarea elementelor și fenomenelor etc. Analiza presupune și o anumită ordonare, clasificare și comparare a datelor de observare. Într-un grad mai înalt, care depășește sfera elementară, empirică, aceasta se realizează după un anumit plan cognitiv. Analiza realității presupune și identificarea părților componente ale realității obiective observate: elemente, fenomene, procese, relații, structuri. În acest caz,

identificarea se referă în același timp și la un anumit decupaj al elementelor observate și gruparea lor pe aceste categorii.

(b) *Analiza, înțelegerea și interpretarea „realității subiective”* presupune înțelegerea caracterului subiectiv al unor informații (texte orale, scrise, muzică, arte, narațiuni, romane, păreri), îndeosebi caracterul subiectiv este vizibil în cazul relatărilor istorice. Această analiză este posibilă în contextul unui interes special manifestat pentru acest domeniu. Poate avea la bază un „plan de înțelegere”. Analiza poate să se adapteze din mers. Pe baza demersurilor întreprinse este posibilă utilizarea constructivă și critică a schemelor interpretative anterioare.

Analiza realității (obiective sau subiective) poate presupune alte activități, cum ar fi: comparare, ordonare, inducere, demonstrare, modelare etc.

Comunicarea multipersonală (prin receptarea și emiterea mesajelor orale sau scrise) are loc la diferite niveluri și în diferite forme (forme nestructurate, scurte, structuri complexe). În principiu, există următoarele activități asociate acestui grup:

a) receptarea mesajului (care poate fi scris, verbal, grafic, cinetic, artistic); aceasta este urmată de acceptarea mesajului, în momentul ulterior receptării și înțelegerea sa;

b) emiterea unui mesaj verbal, care are un puternic suport atitudinal și concretizează intenția asumată de a răspunde la mesajul receptat;

c) forme de mesaje receptate sau emise pot fi: forme orale, texte, structuri complexe;

Traducerea intercoduri presupune transformarea informației dintr-un cod în altul. Aceasta se referă la explorarea unui mesaj, transformarea lui în alt cod, reconstruirea unei structuri coerente în noul cod de transmitere. Pot exista mai multe tipuri de coduri: coduri formalizate (la matematică, fizică, chimie), în formă orală sau scrisă, coduri grafice, coduri cartografice (prin scara de proporție, legendă, semne convenționale și denumiri), coduri din domeniul muzical, artistic (în formule explicitate), cod cinetic (de mișcare).

Compararea presupune o analiză a două sau mai multe elemente, pe baza identificării unor asemănări sau deosebiri. Criteriile „analizei comparative” pot fi empirice, pot fi construite (date) sau pot să rezulte chiar din procesul analitic. Criteriile sunt adaptate obiectului analizat: elemente sau fenomene observate, modele, imagini, texte, rezultate, păreri, interpretări etc. Compararea poate fi realizată pe componente ale realității obiective sau pe realități „subiective” (construite). Fiabilitatea criteriilor permite identificarea unor aspecte noi, care rezultă în mod direct din caracteristicile individuale.

Rezolvarea de probleme este un domeniu foarte vast, prin multitudinea de câmpuri disciplinare care îl utilizează și al unei varietăți de situații. În raport cu o problematică învățată sau parcursă, rezolvarea problemelor are o valoare metodologică deosebită, îndeosebi în condițiile unor situații noi, neînvățate. Există o schemă de operare pentru această activitate, care pornește de la identificarea problemei, la colectarea datelor, până la controlul și analiza validității rezultatelor.

Utilizarea inferențelor logice are la bază (în principal) sistemul de premisă și concluzie. Relațiile logice între propoziții, adevăruri sau fenomene pot fi implicative sau echivalente. Se poate folosi o modalitate deductivă sau inductivă, precum și o procedură mixtă (abductivă) în care se combină parcursul deductiv și cel inductiv. **Inducerea (sau inducția)** are la bază date observaționale pe baza cărora, prin inferență, se poate ajunge la un adevăr cu o generalitate mai mare. **Deducerea** (sau deducția) este procesul invers, de la teorie la adevărul particular. **Abducția** presupune un traseu mixt.

Experimentarea presupune construirea unei situații cu o anumită finalitate demonstrativă sau pentru verificarea unei ipoteze. Experimentele pot fi fizice, pe modele, dar și mentale.

Demonstrarea presupune argumentarea validității unui adevăr referitor la domenii diferite: informații, mărimi, date, interacțiuni, idei, structuri, succesiuni, legături de determinare. Prin demonstrație se pot susține afirmații pe baza unui demers structurat, cu ajutorul unor explicații anterior confirmate. Demonstrarea indirectă se poate realiza în limbaje diferite, cu ajutorul unor modele, suporturi grafice, texte (considerate valide). Demonstrarea directă este posibilă doar cu ajutorul unor modele fizice.

Explicarea presupune prezentarea unor structuri (fenomene, modele, sisteme) care au la bază o evidență mai puțin vizibilă. Se poate realiza chiar un model explicativ pentru orice situație aparent nouă. Explicația poate fi predominant narativă, demonstrativă sau pe baza unui model.

Crearea sau inventarea unei realități noi presupune realizarea unui lucru sau adevăr care nu exista anterior ca atare. Poate fi un produs, o metodă, o strategie, o idee, o situație problemă. Poate fi obiectivă (materială) sau subiectivă. Ea se bazează pe un demers construit de subiect. Exploatarea acestei posibilități este foarte importantă din multiple perspective. Un act creativ este și cel de **adaptare** a comportamentului anterior la o situație nouă.

Utilizarea mediului virtual presupune identificarea informațiilor, a unor procedee, metode, structuri, interpretarea și înțelegerea acestora, precum și construirea unei realități virtuale noi.

Utilizarea modelelor (interpretare și construire). Modelele, scheme sau forme simplificate și esențializate ale realității pot fi fizice, grafice, matematice și mentale.

Primul nivel al relației realității cu un model are o latură interpretativă (interpretarea modelului). Acest procedeu reprezintă o formă de „traducere” a unui mesaj dintr-un limbaj în altul. Aici, mesajul figurativ, fizic, numeric, mental (modelul) trebuie interpretat prin prisma conținutului său stabilizat într-un sistem de coduri (forme, relații, mărimi, elemente). Al doilea nivel îl reprezintă construirea (unui model) pornind de la o realitate cunoscută. Modelul este aparent simplificator și esențializat, dar este îndeosebi **intuitiv**, permițând perceperea realității reprezentate.

Alegerea implică opțiunea pentru o anumită variantă existentă. Se poate aplica la aserțiuni, date, elemente, fenomene, procese, structuri, opinii, modele etc. Are la bază un

algoritm care pornește de la dobândirea informației referitoare la situația dată, până la validarea concluziei.

Presupunerea / prevederea unei evoluții poate avea o structură univocă (de la A la B), o anumită corelație și poate să se bazeze pe un model (probabilist sau determinist).

Învățarea are un caracter individual, deși se manifestă și în contexte supraindividuale. În context individual, poate avea o sursă extrinsecă sau intrinsecă. Uneori, motivația învățării este însă mai complexă. Învățarea este o categorie general umană. Atitudinea constructivă față de învățare stimulează realizarea acesteia. Dimensiunea utilitară influențează calitatea învățării. Există metode de învățare mnemotehnice (repetitive), metode bazate pe suporturi diferite, metode exploratorii, de cercetare, investigare și metode de fixare.

Metacunoașterea are poate cel mai larg câmp supradisciplinar, deoarece se referă la „reflecția asupra cunoașterii" (sau „cunoașterea despre cunoaștere") în care însuși procesul de cunoaștere devine obiect de investigație. Metacunoașterea devine o opțiune epistemologică referitoare la toate activitățile care au obiect verificarea veridicității procesului de cunoaștere. În metacunoaștere intervin și factori motivaționali și afectivi care se întrepătrund cu procesele cognitive, precum și capacitatea de a controla procesul de reflecție.

Acțiunea presupune o motivare (în raport cu un scop), o finalitate, resurse și un plan coerent. Desigur, este vorba despre acțiuni raționale. Pot fi imaginate trasee de realizare a acțiunilor, pornind de la decizia de a fi produse, până la evaluarea și corectarea lor.

Decizia oportună. Luarea unei decizii este un element important în orice activitate. Ea trebuie bazată pe surse veridice de informare și pe un anumit plan minimal. Trebuie să aibă o utilitate confirmabilă pentru a fi oportună. Tot un act decizional îl reprezintă **aplicarea** cunoștințelor sau a deprinderilor dobândite prin învățare în situații experiențiale noi.

Conceperea unui plan de acțiune. Orice activitate cu un anumit grad de complexitate presupune o planificare anticipativă anterioară, care poate să cuprindă obiective, strategii, procedee și elemente de verificare. Se poate aplica la acțiuni propriu – zise, dar și în activități de învățare, cercetare, prezentare.

Aplicarea unui demers, a unei strategii sau a unui plan de acțiune reprezintă un element care transferă domeniul teoretic declarativ într-un sistem acțional.

Organizarea unei activități are o componentă metodologică managerială, dar poate să aibă și un substrat atitudinal. Ea presupune utilizarea unui plan și elemente decizionale minime referitoare la strategia urmărită. Se bazează pe teoria și practica managementului. Se poate referi la optimizarea funcționării unui sistem, a unei activități repetitive sau noi, a unei activități individuale sau colective, orientată spre scop.

Autogestiunea presupune utilizarea posibilităților oferite de cunoașterea individualizată realizată până la un moment dat, în scopul conceperii unui proiect structurat

de organizare a vieții și activității individuale, pentru un parcurs rațional ulterior. Se referă la activitatea proprie, personală.

Acest sistem, prezentat mai sus, are un caracter predominant descriptiv și nu este taxonomizat.

Într-o încercare anterioară [17], autorii menționați au identificat un set de „obiective transdisciplinare ale învățământului general" (elaborate pentru prima oară în țara noastră sub această formulare), care cuprind, într-o viziune structurată (pe domenii): *competențe disciplinare* (referitoare la culegerea, vehicularea și utilizarea informației), *capacități metodologice* (de muncă intelectuală, capacități ale gândirii sistemice, capacități de comunicare) și *atitudini fundamentale*. Menționăm această opinie, deoarece ea subliniază atât transdisciplinaritatea unor demersuri cognitive propuse, cât și existența unei dimensiune atitudinale a transdisciplinarității.

(4) Corelarea componentelor transdisciplinare cu disciplinele școlare

Considerând domeniile de învățare menționate (1, 2…30) și un număr de discipline școlare semnificative, a fost construit un tabel (după un model utilizat de D'Hainaut) care își propune să realizeze o corelație între aceste două elemente, redată prin intensitatea relației biunivoce (1, ..5).

Activități	**Discipline**											
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**	**I**	**J**	**K**	**L**
1	4	4	2	4	4	4	4	4	4	3	2	3
2	4	3	2	5	4	4	2	2	3	3	2	3
3	4	4	2	4	4	4	3	3	3	3	2	2
4	3	2	1	4	4	4	3	2	3	2	2	2
5	5	3	2	3	3	3	3	3	4	3	3	4
6	4	2	4	3	3	3	4	3	2	2	4	4
7	2	2	2	3	4	3	5	4	1	4	2	5
8	2	2	1	2	3	3	4	3	2	2	2	3
9	1	3	1	5	4	3	2	3	1	1	1	1
10	1	2	1	4	4	4	3	3	1	2	1	5
11	1	2	1	4	4	4	3	3	1	2	1	5
12	1	1	1	2	5	5	2	4	1	1	1	1
13	2	2	1	4	4	4	3	4	2	2	2	3
14	3	2	1	3	4	4	3	4	3	3	2	4
15	3	3	2	3	4	4	2	2	2	2	3	4
16	2	3	1	4	4	3	3	2	1	2	2	2
17	1	2	1	4	4	3	2	2	2	2	2	2
18	1	3	1	4	4	3	2	3	3	3	2	2
19	1	2	1	2	3	3	2	2	2	3	2	2
20	1	2	1	3	3	2	2	2	2	2	3	2
21	2	5	1	2	3	2	3	2	2	2	1	1
22	1	2	1	1	3	2	3	2	2	2	1	2

23	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1
24	1	1	1	1	2	1	3	1	3	3	2	2
25	4	3	3	4	4	4	3	3	3	3	2	3
26	1	2	1	1	2	2	2	3	2	2	1	1
27	2	2	1	2	2	2	2	3	2	3	1	1
28	2	1	1	2	2	2	2	2	1	2	1	1
29	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3	3	5
30	2	4	3	4	4	3	4	3	2	3	4	5

Notă: Abrevierile tabelului sunt: (1) Activități de învățare: 1 – 30 (conform tabelului anterior); (2) Discipline: A - Limba română, B – TIC, C – Limba străină, D – Matematică, E – Fizică, F – Chimie, G – Geografie, H – Biologie, I – Istorie, J – Științe sociale, K – Arte, L – Filosofie; (3) Proporția (intensitatea) prezenței unei activități (de la cea mai mică la cea mai mare): 1 – 5.

Modelul de mai sus (orientativ și empiric) este doar un exemplu ilustrativ și are un caracter ipotetic și provizoriu.

El permite compararea următoarelor dimensiuni ale învățării:

- Dimensiunea *interdisciplinară* o reprezintă concretizarea fiecărei activități (1 – 30) prin toate disciplinele (A – L).
- Dimensiunea *monodisciplinară* o reprezintă concretizarea tuturor activităților (1 – 30) în cadrul fiecărei discipline (A, B, … L).
- Dimensiunea *transdisciplinară* o reprezintă: a) descrierea fiecărei căsuțe rezultate din intersecția liniilor și coloanelor (1A, 1B,… 30L); b) alegerea unui anumit număr de căsuțe pe baza unui algoritm sau a unor criterii , care împreună pot forma un program sau un modul de instruire transdisciplinar.

(5) Procesul de cunoaștere în context transdisciplinar

Elementele referitoare la transdisciplinaritate menționate mai sus au sens în contextul procesului de cunoaștere și al dimensiunii cunoașterii în sine, realizată prin instruire. Un element semnificativ care pune într-o lumină constructivă conceptul de transdisciplinaritate îl reprezintă **domeniile cunoașterii**, considerate ca activități general umane, în afara oricărei discipline.

Pornind de la taxonomia domeniului cognitiv elaborată de B. Bloom și aplicată frecvent în învățământul nostru, în contexte diferite, dezvoltăm în continuare o structură care permite perceperea mai exactă a felului în care are loc procesul de cunoaștere.

Domeniile cunoașterii ar putea fi simplificate în următoarele categorii:

- cunoștințe teoretice propriu zise (conținuturi sau „adevăruri”);
- înțelegerea (cunoștințelor teoretice);
- metodologia (metode și tehnici);
- analiza;
- sinteza;

- evaluarea.

Prezentăm în continuare, pe scurt, principalele componente ale domeniilor *cunoașterii*:

(a) **Cunoștințe** (teoretice). Acestea pot fi:

- elemente individualizate și date;
- fenomene, procese, interacțiuni, observate direct și indirect;
- metode, principii, proceduri și tehnici de investigație a realității;
- proceduri axiomatice și de inferență;
- metodologii experimentale și demonstrative;
- sisteme și structuri;
- legi, principii, axiome, adevăruri;
- date și mărimi specifice;
- elemente principale ale științelor și tehnologiilor actuale;
- terminologie, convenții (în știință și artă);
- modele, reprezentări, imagini reale și virtuale;
- surse și metode de accesare a informațiilor;
- elemente ale specificului realității subiective (tipuri de reprezentări, repere, opinii);
- elemente de diferențiere între realitatea obiectivă și subiectivă;
- cunoștințe referitoare la integrarea domeniilor cunoașterii în structuri noi;
- alte cunoștințe similare.

(b) **Înțelegerea** (cunoștințelor teoretice). Acest domeniu se referă în principiu la sesizarea, exprimarea, interpretarea și explicarea tuturor componentelor teoretice și factuale care formează „cunoștințele”, adică:

- realitatea observabilă (elemente, fenomene, structuri, mărimi, date etc.);
- specificul metodologic al procesului de cunoaștere;
- relațiile, succesiunile și interacțiunile;
- modul de utilizare a metodelor, tehnicilor și procedeelor;
- caracterul structurat și ierarhizat al realității;
- reprezentările și modelele realității;
- specificul domeniilor semnificative;
- accesarea și prezentarea informației;
- principiile de funcționare și utilizare a informațiilor virtuale;
- alte dimensiuni referitoare la interpretarea și înțelegerea realității obiective și subiective.

(c) **Metodologia (metode, tehnici, proceduri, instrumente, informații)**. Această dimensiune se referă la modalitățile de dobândire a cunoștințelor. Astfel, acestea se referă la investigarea și dobândirea:

- cunoștințelor semnificative;
- metodelor și tehnicilor de investigare și de accesare a datelor;
- terminologiei;

- modalităților figurate de reprezentare, a convențiilor și modelelor,
- informațiilor accesate în diverse moduri;
- orice altă modalitate de investigare (cercetare) a realității.

(d) **Analiza** se referă la demersuri structurate aplicate asupra unor elemente, procese și sisteme cu scopul identificării și explicării unei realități cercetate (obiective sau subiective). Demersurile se traduc prin strategii:

- algoritmice (prescriptive);
- inductive;
- deductive;
- mixte;
- euristice;
- experimentale;
- metacognitive.

(e) **Sinteza** presupune demersuri de identificare sau construire a unor structuri și sisteme de conectare a elementelor observaționale în forme inteligibile. Demersurile se referă la:

- organizarea informațiilor și datelor pe baza unor criterii diferite;
- taxonomizare;
- ierarhizare;
- restructurare;
- reflexie constructivă;
- reflexie exploratorie.

(f) **Evaluarea** reprezintă aprecierea unor afirmații sau achiziții, în scopul validării activităților proprii. Acest demers se bazează pe criterii obiective, cum ar fi:

- poziționarea față de adevăr;
- valoarea științifică (de cunoaștere);
- valoarea utilitară (pragmatică).

(6) Modalități de concretizare și prezentare a conținuturilor (cunoștințelor)

Conținuturile (cunoștințele) reprezintă dimensiunea centrală a procesului de cunoaștere, descris anterior prin componentele sale. Are un caracter factual mai pronunțat, reprezentând suportul celorlalte demersuri cognitive (înțelegere, aplicare, metodologie, analiză, sinteză, evaluare). Conținuturile (și cunoștințele pe care le reprezintă) au forme diferite de concretizare în cadrul procesului de învățare și cunoaștere.

Tipurile de conținuturi (cunoștințe) au fost sintetizate în tabelul următor. Acestea reprezintă formele principale asupra cărora acționează procesul de cunoaștere științifică și învățare școlară. Modelul pornește de la un exemplu similar propus de D'Hainaut [4] și ar putea fi aplicat pe domenii disciplinare mai restrânse, pe diviziuni ale acestora sau pe anumiți purtători de informație (lecția practicată la clasă, educația nonformală, curriculum formal).

Tabelul are un caracter provizoriu, empiric, intuitiv și exploratoriu; își propune să semnalizeze doar posibile legături între tipurile de conținuturi și aceste domenii.

Tipuri de conținuturi	Domenii de studii									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Informații scrise										
Texte (narative, explicative, științifice)	1	4	2	3	2	3	1	3	4	2
Definiții	1	2	4	3	2	2	1	2	1	2
Simboluri (și semne convenționale)	4	1	4	2	1	2	3	1	1	1
Modele	3	1	4	3	1	2	2	1	1	2
Imagini (și picturi)	3	1	2	2	1	2	2	1	1	1
Grafice, desene, schițe, hărți, diagrame	1	1	3	4	2	3	4	1	1	2
Probleme (rezolvate sau noi)	1	1	5	4	1	2	2	1	1	1
Conținuturi ale realității subiective	3	3	1	5	3	2	1	3	3	3
Date, denumiri, informații factuale	1	1	2	4	2	3	4	2	2	1
Texte literare, documente	1	5	1	1	2	2	1	2	4	1
Informații orale										
Texte, definiții, date, denumiri	1	3	1	1	2	2	1	2	2	1
Povestiri, relatări, interpretări	2	5	1	1	2	1	1	1	4	2
Probleme (situații – probleme)	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1
Mesaje informale	2	3	2	2	2	1	1	1	2	2
Informații mixte (orale, video, audio, virtuale)										
Conținuturi audio (muzică, texte)	4	2	1	1	1	1	1	1	2	1
Imagini TV, video	4	2	1	2	2	2	3	1	1	2
Imagini din mediul virtual	2	2	2	2	1	2	5	1	1	1
Conținuturi orale din realitatea subiectivă	2	3	1	1	1	1	1	2	4	3
Imagini cinetice (reale sau virtuale)	3	1	1	1	1	1	3	1	1	1
Mesaje informale mixte	2	2	2	2	1	1	3	1	2	2
Metacunoștințe										
Reflecții referitoare la informații	2	1	2	2	2	2	1	4	2	2
Concepție axiologică	3	1	2	2	2	2	1	5	2	2
Dimensiuni teoretice	1	1	3	3	1	2	1	5	2	3
Sistem referențial de autocunoaștere	3	1	1	1	2	2	1	3	3	5

Domeniile de cunoaștere:		**Proporția (intensitatea)**
A – Arte	F – Științe integrate	1 – prezență simbolică
B – Limbă și comunicare	G – TIC	2 – prezență ocazională
C – Matematică	H – Filozofie, gândire	3 – prezență semnificativă
D – Științe ale Naturii	I – Literatură	4 – prezență mare
E – Științe ale Societății	J – Dimensiunea personală	5 – prezență (aproape) exhaustivă

În domeniul unei discipline școlare stabilizate, cu o dimensiune supradisciplinară evidentă, a fost realizat un model de aplicare a elementelor de mai sus [11], iar această încercare poate reprezenta un model transferabil și altor discipline școlare.

Modelul concretizării învățării transdisciplinare prin intermediul disciplinelor clasice poate fi extins și în alte situații, cu elementele de specificitate ale domeniilor respective.

(7) Posibilități de dezvoltare teoretică și concretizare a unei viziuni transdisciplinare

Elementele prezentate mai sus reprezintă un punct de vedere provizoriu, care poate fi discutat, eventual negociat și transformat într-un proiect de concentrare a preocupărilor actuale referitoare la instruirea transdisciplinară.

În acest sens, sugerăm în continuare domeniile unui astfel de proiect:

a) În primă instanță *va trebui asumat un model de abordare a transdisciplinarității educaționale* care să aibă o coerență interioară și posibilități de evoluție; în acest sens, ar fi utilă discutarea elementelor de reper principale: terminologie, concepte, accepțiuni, metodologie, niveluri, dispozitiv de analiză, raportul cu educația permanentă;

b) *Analiza procesului actual de instruire și a curriculumului școlar, din punctul de vedere al exigențelor transdisciplinarității*; deși pare un lucru aparent paradoxal, considerăm că există elemente demne de luat în considerație în curriculum și practica procesului educațional actual; scopul acestei investigații l-ar reprezenta *identificarea potențialului disciplinelor școlare pentru dezvoltarea unei instruiri transdisciplinare*;

c) Crearea unui *nou model de instruire transdisciplinară* pe baza unor criterii obiective, transparente și negociate; acest model ar putea deschide calea unei opțiuni cu două posibilități strategice diferite:

- construirea unui model nou al structurii generale a cunoștințelor, care să fie într-o măsură mai mare conform câmpului științific actual, preocupărilor din domeniile sociale, umane, civilizației și culturii actuale;
- în cadrul disciplinelor școlare actuale (cu eventuale modificări referitoare la instruirea transdisciplinară), păstrând o anumită dimensiune „academică” a științelor clasicizate.

Elementele comune ale celor două demersuri vor trebui să fie sistemul de valori și metodologia generală asumată.

d) *Experimentarea și testarea unor secvențe de instruire transdisciplinară*; această dimensiune investigativă poate să aibă în vedere oricare dintre variantele de mai sus sau amândouă în același timp. Se poate presupune însă că din realizarea unor cercetări și dezvoltări ale unor structuri de instruire transdisciplinare să rezulte, prin acreție, o concepție suficient de evoluată și de integrată.

e) Experimentarea, paralel cu instruirea (dar ca succesiune după aceasta), *a unor modalități de evaluare cu elemente de transdisciplinaritate*.

Bibliografie

1. BOTTMORE, T. B. Introducere în vol. *Interdisciplinaritatea în științele umane*. București: Editura Politică, 1986.

2. CATANĂ, L.; MÂNDRUȚ, O.; DAN, S. *Dimensiuni interdisciplinare și supradisciplinare ale instruirii pe competențe*, în *Didactica formării competențelor* (coord. A. Ardelean, O. Mândruț) Arad: „Vasile Goldiș" University Press, 2012.
3. CIOLAN, L. *Învățarea integrată. Fundamente pentru un curriculum transdisciplinar*. Iași: Polirom, 2008.
4. D'HAINAUT, L. (coord.) Linii de forță ale elaborării unui curriculum. În: *Programe de învățământ și educația permanentă*. București: EDP, 1981.
5. GODFREY – SMITH, P. *Filosofia științei*. București: Editura Herald, 2012.
6. LEAVY, P. *Essential of Transdisciplinarity Research / using problem / centred methodologies*, Walnut Creek, USA: Left Coast Press, 2002.
7. LINDEN, J. D. *Mintea ca întâmplare*. București: Editura Herald, 2012.
8. MARCUS, S. *Paradigme universale*. Pitești: Editura Paralela 45, 2005.
9. MÂNDRUȚ, O. (coord.) *Curriculum și didactică – elemente inovative actuale* (cap. XV, *Transdisciplinaritatea*, pag. 174 – 193). Arad: „Vasile Goldiș" University Press, 2013.
10. MÂNDRUȚ, O.; MÂNDRUȚ, M. Proiect pentru un curriculum preuniversitar de Civilizație și Cultură. În: *Revista de Pedagogie*, 1994. nr. 3 – 4, București.
11. MÂNDRUȚ, O.; DAN, S. *Didactica geografiei*. București: Editura Corint, 2014.
12. MÂNDRUȚ, M. Domenii transdisciplinare: educația pentru mediul înconjurător. În: *Didactica formării competențelor* (coord. A. Ardelean, O. Mândruț). Arad: „Vasile Goldiș" University Press, 2012.
13. MORARU, I. *Strategii creative transdisciplinare*. București: Editura Academiei, 1992.
14. NEGREȚ – DOBRIDOR, I. *Didactica Nova*. București: Editura Aramis, 2005.
15. NICOLESCU, B. *Transdisciplinaritatea*. Iași: Editura Polirom, 2009.
16. NICOLESCU, B. (ed.) Transdisciplinarity: Theory and Practice. U.S.A.: Hampton Press, 2008.
17. OGHINĂ, D.; STANCIU, F.; ȘTEFĂNESCU, D.O. Profiluri de formare și obiective transdisciplinare pentru învățământul gimnazial. În: *Revista de Pedagogie*, 1994. nr. 3–4, București.
18. PAUL, P.; PINEAU, G. *Transdisciplinarité et autoformation*. Paris: L'Harmattan, 2005.
19. SOMERVILLE, M.; RAPPORT, J. D. *Transdisciplinarity: recreating – integrating Knowledge*. USA: McGill – Queen's University Press, 2002.
20. THOMSON KLEIN, J. et all. (ed.) *Transdisciplinarity: joint Problems Solving among Science, Technology ans Society*. Basel: Birkhäuser, 2000.
21. VOICULESCU, E.; VOICULESCU, F. Conținutul învățământului și curriculum-ul. În: *Pedagogie*, Partea a II-a. Alba Iulia: Universitatea „1 Decembrie", 2001.

CZU: 371.3:004

CLASA VIITORULUI – SOLUŢIE INOVATIVĂ PENTRU DESFĂȘURAREA ACTIVITĂȚILOR STEM

Lilia MIHĂLACHE, dr., conf. univ.
Universitatea de Stat Tiraspol

Rezumat. În această lucrare sunt descrise oportunitățile oferite de zonele Clasei Viitorului pentru educația STEM.

Abstract. This paper describes the opportunities offered by the areas of the Future Class for STEM education.

Cuvinte cheie: STEM, zone de învățare, Clasa Viitorului.
Keywords: STEM, learning areas, Future Classroom.

Introducere

Educația STEM este în prezent cea mai bună poziție pentru a da sens contextual predării și învățarea conceptelor celor patru discipline (stiintă, tehnologie, inginerie și matemtică), deoarece oferă o relevanță care nu a fost atinsă anterior în abordarea tradițională a instruirii.

STEM este o nouă tendință în evoluția teoriei educaționale, în ultima perioadă poate fi definită în două moduri:

1. modul tradițional, STEM, corelarea domeniillor științei, tehnologiei, ingineriei și educației matematice.
2. noua tendință este conceptul de educație STEM integrată, care include predarea prin practici de învățare, în care subiecții sunt integrați în mod intenționat, adică un domeniu poate fi considerat de bază, sau dominant, iar celelate discipline să fie secundare.

Curricula actuală, atât la disciplina informatică propune corelarea interdisciplinară prin abordarea STEM, însănu este menționată care va fi disciplina dominantă. Această decizie va aparține cadrului didactic, din perspectiva actorilor/ elevilor implicați în educație.

Foarte des întâlnim elevi cărora le este complicat să înțeleagă unele noțiuni propuse pentru studiu. Acești elevi sunt impuși, de multe ori, să memorizeze, fără a întelege elementele mai profunde, de exemplu, din programarea algoritmilor, pentru a rezolva problemele propuse. Însă, așa cum, elevii învață diferit, unii mai mult analizează, alții se pricep să scrie, alții au interes pentru știința, tehnologie și proiectare inginerească, sau învăța prin rezolvarea problemelor din viața reală. Astfel, STEM ar fi oportun, să se realizeze în spații amenajate special, care oferă posibilitate elevilor să se simtă puternici și să dezvolte competențe în domeniile interdisciplinare vizate de către cadrele didactice, în conformitate cu unitățile de învățare curriculare. Actual, în Republica Moldova sunt amenajate mai multe Laboratoare Clasa Viitorului care oferă posibilitatea de a implementa învățarea STEM.

Zone de învățare în laboratorul Clasa Viitorului

Laboratorul Clasa Viitorului (Fig. 1) este format din șase spații de învățare diferite:

- Explorează
- Crează
- Prezintă
- Interacționează
- Colaborează
- Dezvoltă

Fiecare spațiu evidențiază domenii specifice de învățare și predare, care ajută la regândirea diverselor posibilități ca: spațiul fizic, resurse, schimbarea rolurilor elevului și profesorului, modul de susținere a diferitelor stiluri de învățare.

Toate spațiile formează un mod unic de a vizualiza o nouă oportunitate de predare-învățare. Zonele reflectă cum ar trebui să fie predarea cât mai efectivă ca: a fi conectat, a fi implicat și provocat. Educația ar trebui să aibă ca rezultat o experiență unică de învățare, care să atragă cât mai mulți elevi posibil.

Figura 1. Zonele de învățare în Clasa Viitorului

Explorează (Investigează)

În clasa viitotului, elevii sunt încurajați să descopere singuri; sunt mai degrabă participanți activi decât ascultători pasivi. În zona explorează, profesorii pot promova învățarea bazată pe cercetare și proiecte pentru a spori capacități de gândire a elevilor. Mobilierul flexibil susține acest concept, iar zona fizică poate fi reconfigurată rapid pentru a permite lucrul în grupuri, perechi sau individual. Noile tehnologie oferă posibilitatea de a cerceta utilizând instrumente pentru examinare și analiză. Aici menționăm unele tehnologii/resurse necesare pentru explorare:

- Roboți
- Microscoape digitale
- Imprimante 3D, etc.

Zona Crează

Clasa viitorului le permite elevilor să planifice, să proiecteze și să realizeze propria lucrare/proiect– de exemplu, un produs multimedia sau o prezentare. În zona Creare elevii lucrează cu activități reale de implementare a cunoștințelor. Interpretarea, analiza, munca în echipă și evaluarea sunt părți mportante ale procesului creativ. Resurse/echipamente necesare**:**

- Software de editare video
- Echipamente de înregistrare audio (de ex. microfoane)
- Cameră video, etc.

Zona Prezintă

Elevii în Clasei Viitorului vor avea nevoie de diverse instrumente și, totodată, abilități pentru a prezenta și a distribui pentru a obține un feedback despre cercetarea realizată. La prezentarea rezultatelor trebuie să fie luată în considerare planificarea lecțiilor astfel încât elevilor să li se rezerveze timp suficient pentru a prezenta rezultatele muncii lor. Distribuirea rezultatelor poate fi susținută de un spațiu dedicat pentru prezentări interactive care, prin design și aspect, încurajează interacțiune și feedback. Publicarea și partajarea online sunt, de asemenea, încurajate, oferind elevilor osibilitatea să se obișnuiască cu utilizarea resurselor online și să se familiarizeze cu principiile resurselor online utilizate. Resurse materiale necesare pentru zona Prezintă:

- mobilier reconfigurabil
- proiector / ecran HD dedicat pentru a oferi mai multă calitate prezentărilor
- instrumente de publicare online (blog, site-uri).

Zona Interacționează

În clasa viitorului, profesorul poate folosi diverse tehnologii interactive pentru ca elevul să participe la activități. Acestea permit fiecărui elev să se implice activ în studiere. Activitățile variază de la utilizarea dispozitivelor individuale, cum ar fi tablete și smartphone-uri, până la table interactive și conținut de învățare interactiv. În zona Interacționează, învățarea implică atât profesorii, cât și angajamentul activ al elevilor.

Echipamente (resurse) necesare:

- Tablă interactivă
- Sistemul și dispozitive de răspuns ale cursanților
- Dispozitive de învățare mobile: laptop, notebook, tabletă,
- smartphone-uri
- Sistem de management al clasei, etc.

Zona Colaborează (Comunică)

Învățarea în clasa viitorului acordă multă importanță abilității de a colabora cu ceilalți. Munca în echipă are loc în timp ce investighează, creează și prezintă. Etapa de colaborare este compusă din responsabilitate comună și proces de luare a deciziilor în cadrul grupurilor. TIC poate ajuta la crearea unui mod mai bogat de comunicare și colaborare.

Colaborarea în clasa viitorului nu se limitează la învățarea față în față și sincronă, dar poate avea loc și online, chiar și asincron. Resurse/echipamente necesare:

- Tablele interactive
- Hărți conceptuale
- Perete pentru brainstorming (https://en.linoit.com/, https://ro.padlet.com/).

Zona Dezvoltă

Zona Dezvoltă este un spațiu pentru învățare informală și de autoreflecție. Elevii pot lucra independent în ritmul lor, dar pot învăța și în mod informal în timp ce se concentrează asupra propriilor interese în afara momentelor formale de clasă, atât la școală cât și acasă. Încurajează învățarea autodirectă, sprijină elevii cu abilități de autoreflecție și metacunoaștere. Echipamente/resurse necesare:

- Mobilier reconfigurabil
- Zone de studiu accesibile
- Dispozitive portabile
- Dispozitive audio și căști
- Cărți electronice
- Jocuri interactive, etc.

Concluzii

Zonele Clasei Viitorului oferă actorilor implicați în procesului educațional posibilitatea de utilizare a metodelor activ – participative, care să solicite interesul, creativitatea, imaginaţia, implicarea şi participarea elevului, în scopul formării competențelor profesionale. Atât zonele, cât și echipamentele ”Clasei Viitorului” permit crearea de condiții pentru a se realiza învățarea eficientă STEM și formarea culturii interdisplinare cu un grad avansat de aplicabilitate.

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)”, inclus în „Program de stat” (2020-2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20, cu suportul financiar oferit de Agenția Națională pentru Dezvoltare și Cercetare

Bibliografie

1. Sourse:https://www.clasaviitorului.md/wp-content/uploads/2019/07/ghid-FCL_compressed.pdf
2. MIHĂLACHE, L. „Clasa Viitorului” - soluţie inovativă pentru dezvoltarea învăţământului în sistemul de învăţământ preuniversitar. Proceedings of the 26th CAIM 2018. Chisinau, Moldova, September 20-23, p. 170-173.
3. CHIRIAC, L. et al. Evaluarea procesului de studiere a științelor reale și ale naturii din perspectiva inter/transdisciplinarității. Chișinău: „Tipografia Centrală”, 2020. 252 p. (secțiunea 2, secțiunea 5) ISBN 978-9975-117-50-0.

CZU: 371.3:004

TEHNOLOGIA ELABORĂRII RESURSELOR EDUCAȚIONALE DESCHISE LA DISCIPLINELE INFORMATICE ÎN ÎNVĂȚĂMÂNTUL PREUNIVERSITAR

Aliona NAGOREANSCAIA, CESPA

Rezumat. În articolul dat este descrisă tehnologia elaborării curriculei la disciplina Sisteme informatice în unitățile de alimentație publică. De asemenea sunt evidențiate documentele reglatoare care stau la baza elaborării curriculei. La fel în articol sunt enumerate sursele de motivație a elevilor, competențele specifice disciplinii Sisteme informatice în unitățile de alimetație publică și finalitățile de studii. În același context sunt evidențiați pașii de elaboare a RED.

Abstract. This article describes the technology of curriculum development in the discipline of Information Systems in catering units. The regulatory documents underlying the development of the curriculum are also highlighted. Also in the article are listed the sources of motivation of students, skills specific to the disciplines Information systems in public catering units and study purposes. In the same context, the steps for developing the OER.

Cuvinte cheie: RED, curriculum, tehnologie, competențe, finalități, competențe.

Keywords: ODR, curriculum, technology, skills, purposes, competencies.

Învățământul profesional tehnic are drept scop formarea și dezvoltarea competențelor profesionale. Cele din urmă se dezvoltă prin intermediul TIC, metodelor ineractiv-participative a activităților de învățare, și a conlucrării între cadre didactice și elevi.

Analizând definițiile propuse pentru notiunea de tehnologiei în dicționarul explicativ putem spune că aceasta reprezintă totalitatea proceselor, metodelor și procedeelor utilizate pentru obținerea rezultatului așteptat sau aplicarea competențelor dobândite la soluționarea problemelor practice.

În cadrul articolului dat voi descrie tehnologia de elaborare a curriculei la disciplina ”Sisteme informatice în unitățile de alimentație publică”.

În calitate de intrări s-au utilizat cunoștințele elevilor dobândite pe parcursul anilor de studii, în scopul identificării conținutului unităților de învățare pentru disciplina dată. În calitate de ieșiri vor fi materialele elaborate de elevi, care vor dezvolta competențele profesionale ale elevilor.

Specificul RED, este specificat în cadrul raportului serviciului dedicat cercetării științifice și cunoașterii al Comisiei Europene, Joint Research Center (JRC) (Inamorato dos Santos et al., 2016, p. 6), raport publicat în cadrul unui amplu proiect OpenEdu [1]. Versiunea dată oferă o reînnoire a noțiunii de RED. Această definiție reprezintă sursa de bază care va determina tipul de licență utilizat pentru atribuirea resurselor educaționale elaborate.

Curricula a fost elaborată în baza Suportului metodologic pentru proiectarea curriculumului în învăţământul profesional tehnic secundar, Ghidului practic de elaborare a curriculumului pentru învățământul profesional tehnic postsecundar şi postsecundar nonterţiar [2], Standardele ocupaționale la domeniul de formare profesională 72120 - Tehnologia alimentației publice [3].

Competențele digitale ale viitorilor tehnologi în alimentație publică sunt dobândite și dezvoltate prin intermediul unităților de conținut la disciplina ”Sisteme informatice în unitățile de alimentație publică”.

În cazul disciplinei ”Sisteme informatice în unitățile de alimentație publică” la selectarea unităților de conținut sunt determinate de cerințele angajatorilor.

Sursele de motivație extrinsecă le constituie: specificul disciplinei ”Sisteme informatice în unitățile de alimentație publică”, standardele ocupaționale, cerințele angajatorului. Pentru a spori interesul elevilor față de disciplina dată este nevoie să predomine motivația intrinsecă care poate fi dezvoltată prin implementarea RED la ore.

Se observă că sursele de motivare pot oferi diverse informații despre: specificul disciplinei ”Sisteme informatice în unitățile de alimentație publică” descrisă în standardele ocupaționale unde sunt specificate cunoștințele, capacitățile, aptitudinile și abilitățile pe care trebuie să le posede elevii după finisarea studiilor, adică care vor fi finalitățile educaționale.

Condițiile propuse în Ghidul practic de elaborare a curriculumului, pe lângă principiile generale de elaborare a curricumului, conține diverse exemple care permit de a evidenția componentele curriculumului disciplinar pentru învățământul profesional tehnic.

În urma analizei documentelor reglatoare pentru elaborarea curriculumului, standardelor ocupaționale și fișelor de post a tehnologiilor în unitățile de alimentație publică au fost formulate următoarele competențe:

Competențe-cheie/transversale:

a) competenţe de comunicare în limba română;
b) competenţe de comunicare în limba maternă;
c) competenţe în matematică, ştiinţe şi tehnologie;
d) competenţe digitale;
e) competenţa de a învăţa să înveţi.

Competențele date sunt utilizate în activitatea profesională, dar și în procesul de studiere a disciplinei. La identificarea competențelor specifice s-a ținut cont de faptul că ”Sistemele informatice”, includ în sine un șir de elemente a TIC și a elementelor de web design. Elemente date includ: aplicații de lucru cu fișiere, tabele, baze de date, pagini web.

La disciplina ”Sisteme informatice în unitățile de alimentație publică” sintagma sisteme informatice semnifică aplicațiile de lucru cu administrarea afacerii. Prin urmare, la formularea competențelor apar aplicațiile cu licență liberă.

Competențele specifice disciplinei sunt:

1. Structurează şi o prezintă informaţii raportate la domeniul restaurante din surse variate în format digital;
2. Utilizează sistemele informatice de gestiune în activitatea de tehnolog în unitățile de alimentație publică;
3. Utilizează Open Office în scopul organizării documentației specifice în activitatea tehnologului în alimentație publică.

Vom descrie competența specifică: structurarea și prezentarea informațiilor din domeniul unităților de alimentație publică în format electronic.

La finele studierii disciplinei, elaborării lucrărilor de laborator și studiului individual elevul va fi capabil:

- să descrie posibilitățile de lucru cu aplicația OpenOffice, inclusiv să descrie avantajele acestuia față de Microsoft Office;
- să identifice asemănările și deosebirile dintre aplicația OpenOffice și Microsoft Office;
- să creeze fișiere text, foi de calcul, prezentări, baze de date, prin intermediul OpenOffice; etc.

În scopul atingerii finalităților educaționale au fost elaborate RED sub formă de conținuturi educaționale în conformitate cu următorii pași:

1. Elaborarea curriculumului;
2. Selectarea materialelor didactice;
3. Crearea resurselor educaționale;
4. Elaborarea sarcinilor de lucru;
5. Crearea regulilor de învățare prin intermediul RED;
6. Oferirea accesului liber la materialele didactice.

Materialele date sunt propuse spre consultare elevilor în clasa virtuală prin intremediul platformei Google Classroom.

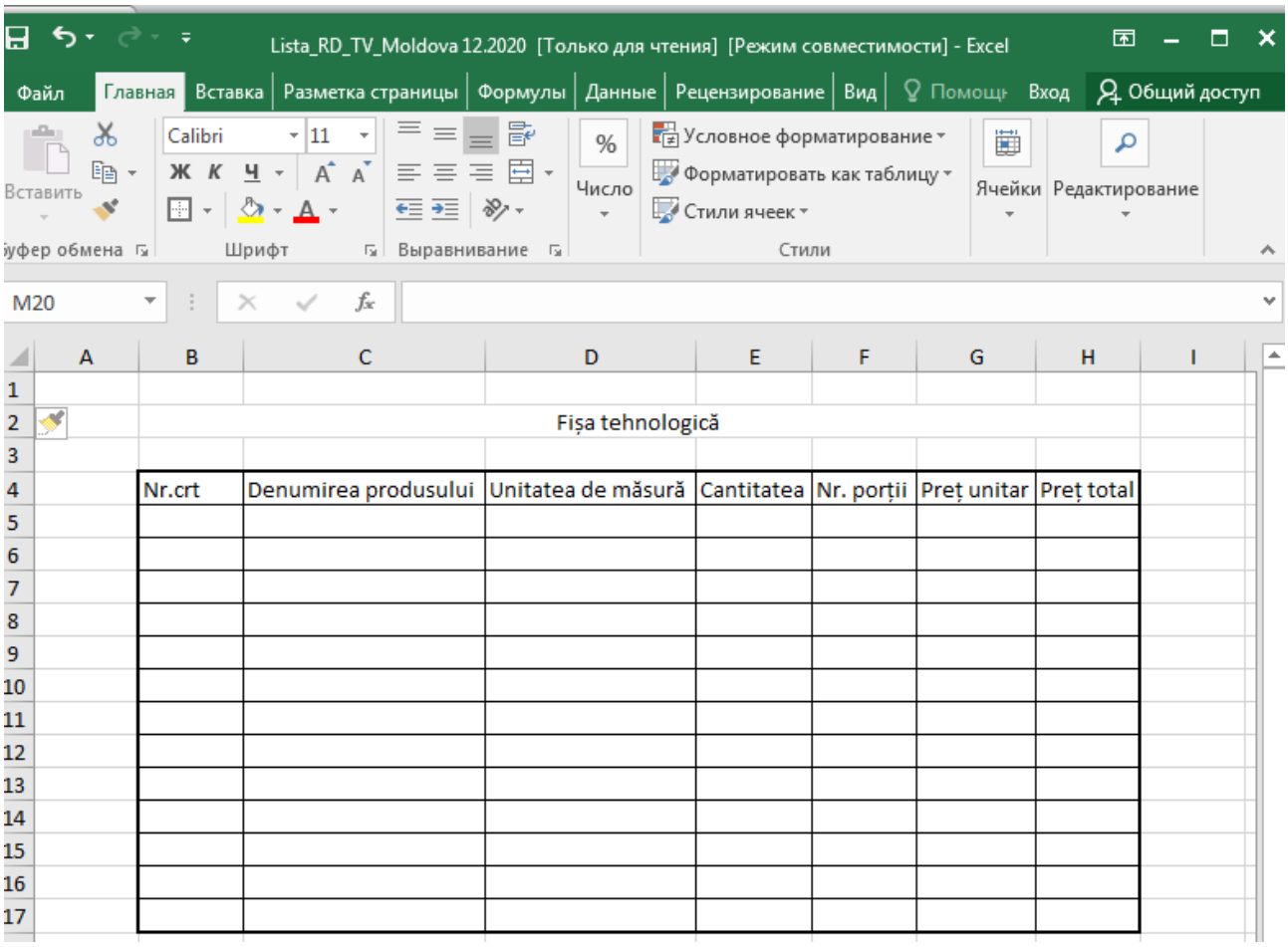


Figura 1. Schița fișei tehnologice electronice

În scopul formării și dezvoltării competenței de transpunere a documentației (fișelor tehnologice) în format electronic sunt propuse următoarele activități de învățare.

Activitatea 1. Elaborați o un tabel care va conține următoarele rubrici (Nr. crt, Denumirea produsului, Unitatea de măsură, Cantitatea o porție, Nr. porții, Preț unitar, Preț total). Utilizați diverse tipuri de borduri pentru interior și exterior. Bordurile exterioare vor fi groase, iar cele interioare vor fi simple (Fig. 1).

În urma implementării curriculei și a RED propuse elevii au elaborat portofoliu electronic prin intermediul căruia au prezentat lucrările realizate în cadrul orelor.

Bibliografie

1. What is open education? [online]. UNESCO, accesat [20.06.2021], Aviable from URL: https://ec.europa.eu/jrc/en/open-education
2. GREMALSCHI, Anatol; DANDARA, Otilia; GÎNCU, Silviu et all. *Ghid practic de elaborare a curriculumului pentru învățământul profesional tehnic postsecundar şi postsecundar nonterţiar*. Chișinău, 2016.
3. Calificarea profesională, Titlul calificării profesionale - Tehnolog alimentaţie publică, aprobat Ministerul Educației, 18 ianuarie 2016.

CZU: 37.016:371.124

PROFILUL CADRULUI DIDACTIC STEAM

Maria PAVEL, dr., conf. univ.
Dorin PAVEL, dr., conf. univ.
Univeristatea de Stat din Tiraspol

Rezumat. În lucrare se identifică profilul cadrului didactic antrenat în procesul educațional abordat prin conceptul STEAM, sunt scoase în evidență competențele profesionale ale acestuia, aspectele de formare și licențiere din perspectiva practicii educaționale internaționale.

Cuvinte cheie: proces educațional, concept STEAM, cadru didactic STEAM, educație STEAM.

Abstract. The paper identifies the profile of the teacher involved in the educational process approached by the STEAM concept, its professional competencies, training and licensing aspects from the perspective of international educational practice are highlighted.

Keywords: educational process, STEAM concept, STEAM teacher, STEAM education.

Introducere

STEAM, definit de una din primele fondatoare Georgette Yakman ca „*Știință și Tehnologie, interpretate prin intermediul ingineriei și artelor, toate bazate pe elemente de matematică*” a revoluționat procesul educațional, abordat prin acest concept și a permis introducerea în vocabularul pedagogic a unor termeni noi ca: *discipline* STEAM, *curriculum* STEAM, *cadru didactic* STEAM (educator, profesor), *educație* STEAM, *metode / strategii* STEAM etc. În sistemul american de învățământ, cu tradiția cea mai bogată în acest domeniu, cercetătorii au făcut studii intense și implementează productiv programe și proiecte care facilitează educația STEAM, cu scopul de a crește competitivitatea elevilor americani la nivel global și de a încuraja creativitatea și ingeniozitatea. Acest scop a dus la apariția unor noi provocări puse în fața procesului educațional modern: reconceptualizarea conținuturilor curriculare, implementarea strategiilor inovative, și pregătirea cadrelor didactice, atât la nivelul formării inițiale, cât și continue care să poată asigura implementarea învățământului bazat pe STEAM. S-a instituit chiar și o zi națională STEAM, care se marchează în SUA la 8 noiembrie, menită să promoveze subiecte din domenii importante, să creeze medii de învățare distractive și să fortifice țara, deoarece în țările în care se pune accent pe știință, tehnologie, inginerie, artă și matematică este facilitată inovația.

Studiile cercetătorilor au facilitat adaptarea curriculară, identificarea și implementarea strategiilor didactice inovative STEAM, dar totodată au condus la solicitarea intensă pe piața muncii a cadrelor didactice care să fie capabile să integreze rezultatele cercetărilor în practica de la clasă. Prin urmare, a apărut necesitatea identificării profilului „cadrului didactic STEAM” pentru a putea formula cerințele angajatorilor, atât din instituțiile educaționale de stat, dar mai ales din cele private, care sunt obligate să fie competitive prin implementarea inovațiilor pedagogice. Conturarea acestui profil se poate face prin delimitarea competențelor specifice educației STEAM, sarcinilor, rolurilor și responsabilităților cadrului didactic STEAM.

Rolurile și sarcinile cadrului didactic STEAM

Cadrele didactice antrenate în predarea disciplinelor din aria curriculară științe: matematica, fizica, chimia, biologia, devin cadre didactice STEAM, odată cu abordarea interdisciplinară a conținuturilor materiilor predate, prin strategii didactice inovative, care ar dezvolta la elevi competențele specifice secolului XXI: gândire critică, creativitate, comunicare, colaborare, rezolvare de probleme etc. Cele mai recomandate metode didactice sub aspect STEAM sunt *educația științifică bazată pe investigație* (IBSE - Inquiry Based Science Education), *învățarea prin cercetare* (RBL - Research-Based Learning), *învățarea bazată pe proiecte* (PBL - Project Based Learning) etc. Elevul, în cadrul acestor metode de învățare, este supus unei provocări, interacționează activ cu colegii săi din echipă, dar și cu profesorul, face schimb de idei și discută progresul soluției. Provocarea ar trebui să fie autentică, în sensul că abordează o situație sau problemă cât mai reală posibil pentru a crește motivația de învățare a elevilor. Implementarea unor astfel de metode solicită eforturi din partea profesorilor atât la nivel profesional, cât și personal, prin asumarea unor noi roluri, antrenarea unor noi competențe, resurse și tehnologii.

Dacă e să ne referim la IBSE, atunci aceasta presupune plasarea elevilor în situații provocatoare în care ei observă și pun la îndoială fenomenele; explică despre ceea ce observă; concep și desfășoară experimente în care sunt colectate date pentru a susține sau contrazice teoriile lor; analizează datele obținute; fac concluzii pe baza datelor experimentale; proiectează și construiesc modele etc. Astfel de situații de învățare sunt menite să fie deschise în sensul că nu urmăresc să obțină un singur răspuns „corect” pentru o anumită întrebare care este abordată, ci mai degrabă implică elevii mai mult în procesul de observare, punere de întrebări, experimentare sau explorare și îi învață să analizeze și să gândească logic [1]. În acest context, cadrul didactic implică *creativitatea* în elaborarea situațiilor de învățare, care au substrat științific și plasează elevul în centrul acțiunii.

Învățarea bazată pe cercetare presupune promovarea și dezvoltarea competențelor elevilor legate de practica cercetării și implică aplicarea strategiilor de predare-învățare care leagă cercetarea de predare. RBL poate fi implementată prin participarea activă atât a elevilor, cât și a profesorilor, care discută și analizează progresele științifice obținute, propun propriile contribuții la stadiul științelor, metoda reprezentând situația ideală pentru cea mai bună învățare și pentru formarea elevilor ca viitori cercetători [2]. Astfel, profesorul își antrenează competența de *cercetător*, care cunoaște etapele, metodele, instrumentele de cercetare și ghidează elevii în dezvoltarea și la ei a competențelor de cercetare.

Metoda PBL se focusează pe o întrebare, provocare sau problemă mare și deschisă pe care elevul urmează să o cerceteze și să răspundă și/sau să o rezolve; antrenează cunoștințele elevilor la nivel de „știu”, „înțeleg” și pot” în demersul academic; se bazează pe investigație, stimulează curiozitatea intrinsecă și generează întrebări, deoarece ajută elevii să caute răspunsuri; valorifică competențele secolului XXI. În cadrul proiectului elevii pot alege calea de soluționare a sarcinilor, pot revizui planul și chiar întregul proiect, își prezintă problemele,

procesul de cercetare, metodele și rezultatele, la fel ca în viața reală, în care cercetarea științifică sau proiectele sunt evaluate și supuse criticii constructive [3]. La implementarea acestei metode cadrul didactic devine *designer de proiect*, identificând conceptul proiectului, distribuind sarcinile între echipele de elevi, coordonând activitățile de realizare a obiectivelor proiectului, totodată acționând și ca *evaluator de proiect* la fiecare etapă de desfășurare.

De rând cu valorificarea competențelor cognitive din domeniul disciplinei de predare, care stau la baza formării profesionale inițiale, a competențelor pedagogice de implementare a strategiilor didactice tradiționale și inovative, cadrele didactice își asumă un șir de alte roluri odată cu abordarea educației STEAM. Astfel, cadrul didactic STEAM:

- ✓ Facilitează și contribuie la îmbunătățirea curriculumului din domeniul știință și tehnologie și asigură dezvoltarea și implementarea acestuia în școală;
- ✓ Valorifică în actul de predare la clasă conținuturile care satisfac standardelor și cerințelor instituționale și naționale;
- ✓ Cunoaște și implementează realizările curente în domeniul STEM / STEAM dar și cele din știință și tehnologie, în general;
- ✓ Colaborează cu instituțiile de învățământ din proximitate și nu doar, pentru a susține programele și inițiativele în acest domeniu;
- ✓ Planifică și realizează activități de implicare activă a elevilor, părinților și comunității;
- ✓ Planifică și desfășoară săptămânal lecții de laborator în domeniul științelor, asigurând respectarea particularităților de vârstă ale elevilor și securitatea acestora;
- ✓ Planifică și asigură îndeplinirea curriculumului din domeniul tehnologiilor;
- ✓ Contribuie, prin inițiative la dezvoltarea profesională a altor cadre didactice STEM / STEAM și paraprofesioniști din școală pentru a promova cele mai bune practici de predare-învățare;
- ✓ Supraveghează și asigură siguranța elevilor în clasă;
- ✓ Dețin competențe de comunicare scrisă și verbală înalt dezvoltate;
- ✓ Elaborează programul cursului sau curriculumul general axat pe necesitățile elevilor;
- ✓ Utilizează diverse aplicații tehnologice și resurse online;
- ✓ Îmbunătățește productivitatea și oportunitățile de învățare prin tehnologie [4].

Din cele expuse mai sus se conturează un cadru didactic cu spirit de inițiativă, comunicabil, colaborativ, responsabil pentru elevii din clasă, pentru satisfacerea cerințelor societății, prin atingerea standardelor educaționale.

Agențiile de recrutare a specialiștilor în domeniul educației din SUA, care caută soluții adecvate pentru fiecare instituție, au experiență de zeci de ani în domeniul educației, tehnologiilor și managementului, propun chiar și o foaie de parcurs cu descrierea postului de muncă „profesor STEAM”. Aceasta include responsabilitățile și sarcinile majore ale profesorului; competențele din domeniul instruirii și integrării și competențele din domeniul leadership și creștere profesională. Conform descrierii date, responsabilitățile și sarcinile

profesorului STEAM implică activități legate direct de STEAM și competențe digitale, iar pe partea de Instruire și Integrare se solicită:

- ✓ Demonstrarea abilității de a modela, furniza și crea experiențe de învățare bogate, centrate pe student, din domeniile Știință, Tehnologie, Inginerie, Arte și Matematică;
- ✓ Demonstrarea abilității de a crea și implementa strategii de integrare armonioasă a experiențelor STEAM în curriculumul multi-disciplinar pe clase;
- ✓ Lucrul în parteneriat cu profesorii și personalul pentru modelarea unui proces de predare efectiv, cu un plan al lecției bine definit, bazat pe tehnologie, implicare, instrumente STEAM și online;
- ✓ Demonstrarea de cunoștințe fundamentale ce țin de conexiunile dintre tehnologie, informatică și alte domenii de studiu;
- ✓ Înțelegerea și abilitatea de a proiecta, dezvolta, evalua și gestiona experiențe de învățare STEAM.

Cu referire la leadership și creștere profesională, profesorul STEAM trebui să:

- ✓ Identifice și implementeze rezultatele cercetărilor din domeniul educațional și tehnologic, să cunoască psihologia învățării și principiile de proiectare a instruirii în ghidarea utilizării tehnologiei în educație;
- ✓ Identifice, implementeze și investigheze software util pentru a putea fi utilizat în clasă și administrare;
- ✓ Să identifice resurse, să planifice și să proiecteze activități de dezvoltare de personal pentru a încuraja creșterea profesională în domeniul tehnologiilor de învățare;
- ✓ Să participe în experiențe de dezvoltare profesională, ce permit să observe, evalueze și aplice utilizarea tehnologiilor în sprijinul instruirii.

În dependență de specificul instituției în care se angajează cadrul didactic STEAM, pot fi solicitate și calificări de preferat, cum ar fi: cunoașterea profundă a aplicațiilor Google, experiențe de utilizare a diferitor instrumente de tipul imprimare 3D, Arduino, Makey-Makey, Parrot, Codecademy etc. Sunt apreciate înalt și competențele de promovare a imaginii instituției, cooperarea cu toți colegii în vederea creării unei atmosfere armonioase în instituție, respectarea confidențialității informației private cu referire la elevi, colegi, responsabilitate, punctualitate etc. [5].

Experiența bogată a SUA în domeniul educației STEAM, a impulsionat țările europene și nu doar, în adoptarea unui astfel de concept. În țara noastră, însă nu sunt solicitări specifice pentru cadrele didactice pentru a activa în domeniul STEAM, prin urmare nu s-au conturat competențele specifice necesare acestuia, dar sunt demarate un șir de proiecte de cercetare în domeniu.

Formarea și certificarea cadrelor didactice STEAM

La nivel de formare inițială cadrelor didactice STEAM li se solicită studii de licență în educație, sau chiar în domeniul STEAM și, în dependență de statul, sau țara respectivă, o certificare de predare. Pentru un grad mai înalt de profesionalizare, aceștia pot opta pentru un

program de master în științe ale educației, matematică sau management educațional. Creșterea profesională a profesorilor STEAM poate fi asigurată prin alăturarea la diferite asociații, în care se creează oportunitatea de a relaționa cu colegii din domeniu, a face schimb de experiență, a fortifica cunoștințele, a colabora în domeniul educației STEAM.

În România, fortificarea educației STEAM se realizează prin proiectul „România Educată" în care domeniul de intervenție 8 „Promovarea educației STEAM" conține obiective strategice transversale care se referă la „pregătirea și susținerea cadrelor didactice pentru predarea, învățarea, evaluarea și motivarea elevilor/studenților în zona STEAM"(O2) și prevede:

- Acțiuni de modernizare a formării inițiale a cadrelor didactice, prin asigurarea dezvoltării competențelor necesare pentru implementarea învățării personalizate și a educației științifice bazate pe investigație, sub aspect integrat/interdisciplinar;
- Cursurile de formare continuă pentru profesorii care predau discipline STEAM, trebuie să se orienteze spre livrarea conținuturilor din domeniul personalizării învățării, IBSE și PBL, conform modelelor de bune practici din țările europene, fără a ignora însă modelele de bune practici din țară, care s-au dovedit de succes.
- Crearea de echipe formate din profesori STEAM la nivelul fiecărei instituții educaționale [6].

La noi în țară, în categoria profesorilor STEAM, putem include toate cadrele didactice inovatoare, care experimentează educația STEAM, sau cel puțin încearcă, prin abordarea integratoare a conținuturilor sau interdisciplinaritate, motivați fiind de proiectele educaționale în care sunt încadrați. Conform rezultatelor sondajului realizat în cadrul unui studiu de echipa de implementare a proiectului „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)" cu cifrul 20.80009.0807.20, care s-a desfășurat pe un eșantion de 234 de profesori din domeniul științelor exacte și ale naturii, 68,4% susțin că implementează conceptul de interdisciplinaritate, iar aproximativ 29% afirmă că fac acest lucru parțial și doar 1,7% nu practică instruirea interdisciplinară/ transdisciplinară [7].

Deși afirmă că implementează conceptul de interdisciplinaritate/transdisciplinaritate, cadrele didactice din țară ezită să împărtășească bunele practici în cadrul conferințelor. De exemplu, în cadrul conferinței republicane a cadrelor didactice, pe parcursul a 4 ediții (2018-2021), doar 10% din publicații se referă la tematici conexe educației STEAM. Profesorii ce predau discipline din cadrul științelor naturii: biologie, chimie, geografie, manifestă un interes mai sporit pentru abordarea inter-/transdisciplinarității, deoarece publicațiile cu referire la acest domeniu reprezintă 16% din totalul publicațiilor, față de 5% publicații ale cadrelor didactice din domeniul științelor exacte: fizică, matematică, informatică.

În acest context, universitatea de Stat din Tiraspol, întreprinde măsuri de remediere a situației, prin implementarea proiectelor științifice, desfășurarea studiilor științifice dedicate, demararea programelor de master axate pe educația STEAM.

Concluzii

Profilul cadrului didactic STEAM poate fi descris sub diferite aspecte:

- Instructiv-educativ: inovator, creativ, cercetător, designer de proiect etc.
- Roluri și responsabilități: spirit de inițiativă, comunicabil, colaborativ, responsabil etc.
- Leadership și creștere profesională: relaționare prin asociații cu colegii din domeniu pentru diseminarea experiențelor STEAM, implementarea cercetărilor moderne din domeniul educațional, planificarea și îndeplinirea parcursului de formare continuă din domeniu etc.

În sprijinul creșterii profesionale a cadrelor didactice STEAM, trebuie elaborate și implementate politici educaționale viabile, elaborate programe și curriculare de formare inițială și continuă în acest domeniu.

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)", inclus în „Program de stat" (2020-2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20, cu suportul financiar oferit de Agenția Națională pentru Dezvoltare și Cercetare

Bibliografie

1. KENNEDY, D. The role of investigations in promoting inquiry-based science education in Ireland. In: Science Education International Vol. 24, Issue 3, 2013, p. 282-305.
2. NOGUEZ, J.; NERI, L. Research-based learning: a case study for engineering students. In: International Journal on Interactive Design and Manufacturing, 2019. Nr. 13, p.1283–1295. https://doi.org/10.1007/s12008-019-00570-x.
3. https://www.powerschool.com/resources/blog/project-based-learning-benefits-examples-and-resources/
4. https://resilienteducator.com/teaching-careers/stem-steam-teacher/
5. https://www.edtechrecruiting.com/site
6. https://www.edu.ro/sites/default/files/proiect%20HG%20program%20Romania%20Educata.pdf
7. CHIRIAC, L. (coord.) Evaluarea procesului de studiere a științelor reale și ale naturii din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM). Chișinău: Tipografia centrală, 2020. 252 p. ISBN 978-9975-117-50-0. p. 14-27.

CZU: 004.92

GENERATING 3D MESH FROM DATA FOR A GAME USING C#

Igor RUSSOV, **Andrei BORODAI**,
Maxim GONCHAROV, **Gleb POPSOI**, **Iurie STARENCO**
students, Center of Excellence in Informatics and Information Technologies
Olga CERBU, Ph.D., associate professor
Moldova State University

Abstract. In this article is shown 3D mesh generation from data for a game using C# in case if you want to have diverse maps. However, creating each individual 3d model and texturing would be inefficient. To address this problem, we have created a system that can generate a 3D mesh and apply a texture based on simple data. The map consists of hexagonal tiles, each having a terrain type and an elevation. The map data is stored in an SQL database and is created using a graphical map editor.

Rezumat. În acest articol este prezentată generarea mapelor 3D din date pentru un joc folosind C# în cazul în care doriți să aveți hărți diverse. Cu toate acestea, crearea fiecărui model 3D individual și texturarea ar fi ineficiente. Pentru a rezolva această problemă, am creat un sistem care poate genera un mesh 3D și poate aplica o textură bazată pe date simple. Harta este formată din elemente hexagonale, fiecare având un tip de teren și o înălțime. Datele hărții sunt stocate într-o bază de date SQL și sunt create folosind un editor grafic de hărți.

Keywords: mesh, tile, shader.
Cuvinte cheie: plasă, tile, shader.

Introduction

We have created a strategy game on C#. The game is about battles in the medieval times. Battles take place on maps. I wanted to have diverse maps for interesting battles. However, creating each individual 3d model and texturing would be inefficient. To address this problem, I have created a system that can generate a 3D mesh and apply a texture based on simple data.

The map data

The map consists of hexagonal tiles, each having a terrain type and an elevation. The map data is stored in an SQL database and is created using a graphical map editor [2, 4].

Figure 1. Map editor– colors represent terrain types; numbers represent elevation

Mesh generation

In order to generate a mesh, we have to create polygons that represent the surface. Each hexagon (map tile) consists of six triangles. The height of the central point is equal to the elevation of the tile. Heights of other points are equal to the average elevation of all the tiles that contain this point.

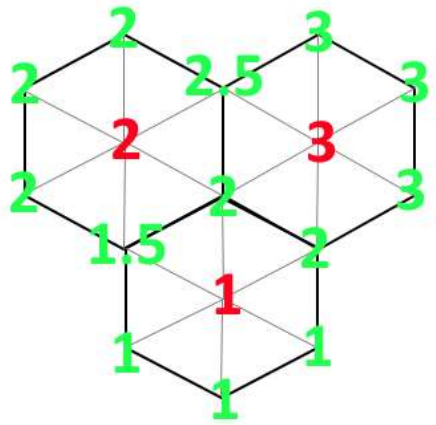


Figure 2. Example of height calculation of points

X and Z coordinates of points are calculated based on the geometrical properties of the hexagon: for example, the top right point X coordinate is equal to the X coordinate of the center + 0.5 of the hexagon total width.

Mesh texturing

The generated mesh is textured according to the terrain types of the map it represents. This is achieved using a surface shader (GLSL) [1]. Texture data for each terrain type is loaded into the shader. For points near the center of the tile, the according texture is simply projected on the mesh using triplanar projection. For the points near the border of the hexes, textures of different terrain types are blended. Each texture's opacity depends on the distance to the center of the hex with the texture's terrain type [3].

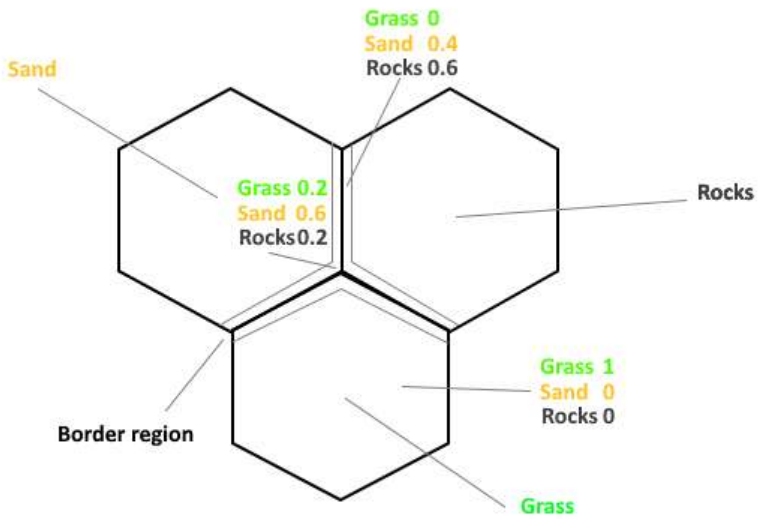


Figure 3. Texture opacity

The diagram shows an example of how texture opacity is calculated in different points of the mesh.

Placing additional objects

To better represent terrain types, trees and bushes are procedurally placed on “Forest” and “Bush” terrain types. Object positions are determined using the Poisson disc sampling.

Displaying the result

The maps are displayed using the Unity game engine.

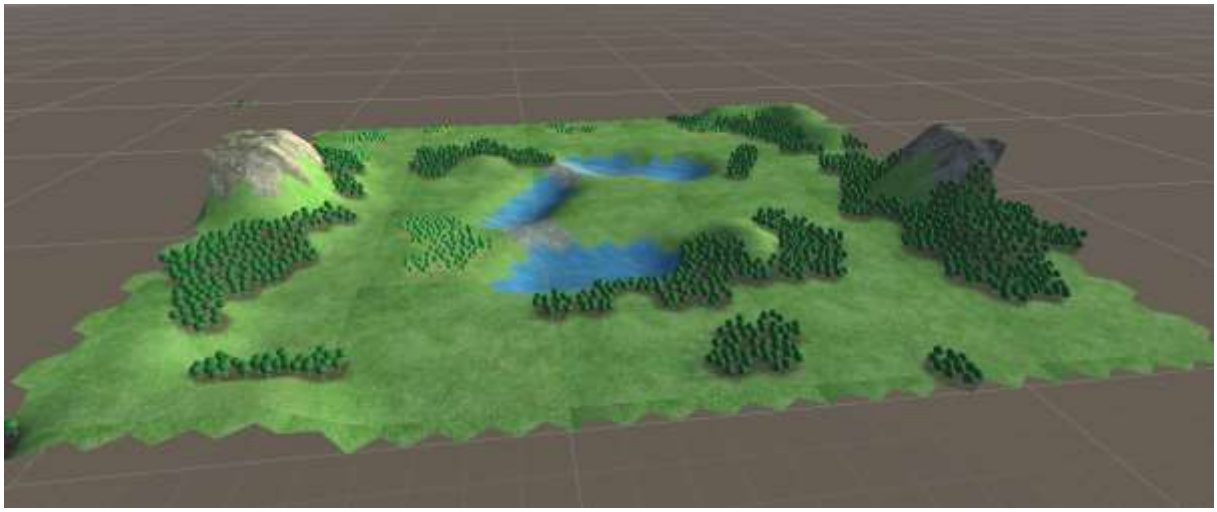


Figure 4. View of the “Center lake” map

Figure 5. Area of the map where many terrain types meet

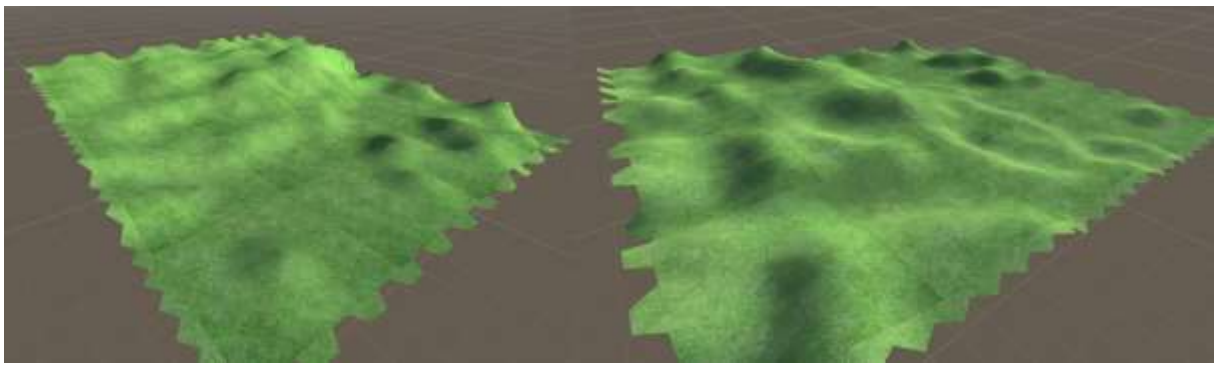


Figure 6. The "Hillside" map from different view angles

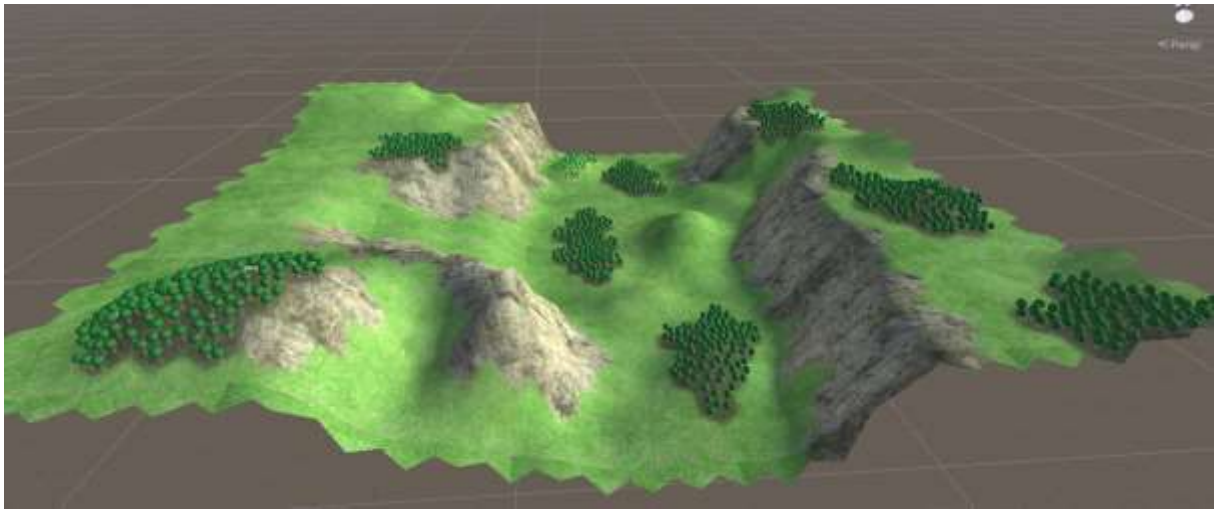


Figure 7. The "Canyon" map

Conclusions

This method will help those who need to generate random maps without modeling and texturing each tile, by using this method it will be faster to implement different types of biomes.

Bibliography

1. GLSL shader language documentation https://docs.gl/
2. Unity engine documentation https://docs.unity3d.com/Manual/index.html
3. Poisson disk sampling https://www.cs.ubc.ca/~rbridson/docs/bridson-siggraph07-poissondisk.pdf
4. Procedural mesh generation guide https://www.udemy.com/course/coding-in-unity-procedural-mesh-generation/

CZU: 378.147:004

APLICAREA METODELOR VIZUALE DE PREDARE LA STUDIEREA CURSURILOR UNIVERSITARE ÎN SCOPUL DEZVOLTĂRII COMPETENȚELOR DIGITALE ȘI DE PROGRAMARE ALE STUDENȚILOR DIN DOMENIUL IT ȘI NON-IT

Olesea SKUTNIȚKI, drd., lect. univ.
Lidia POPOV, dr., conf. univ.
Universitatea de Stat „Alecu Russo” din Bălţi

Rezumat: În acest articol se descriu metodele vizuale de predare, aplicate la studierea cursurilor universitare, în scopul dezvoltării atât a competențelor digitale, cât și a competențelor de programare din diverse domenii de activitate, deoarece nu poți dezvolta competențe de programare, dacă nu le deții pe cele digitale. Deliberat, cursurile universitare sunt primordiale în ceea ce ține de sistemul de predare/învățare prin aplicarea diferitor metode vizuale de predare.

Abstract: The present article outlines the visual teaching methods applied to the study of university courses aiming at the development of both digital and programming skills in various fields of activity bearing in mind that learners cannot develop programming skills unless they master the digital ones. Deliberately, university courses are paramount in terms of the teaching / learning system by applying different visual teaching methods.

Cuvinte-cheie: metode vizuale de predare, competențe digitale, competențe de programare, domeniul IT, domeniul non-IT, vizibilitate, cursuri universitare.

Keywords: visual teaching methods, digital skills, programming skills, IT field, non-IT field, visibility, university courses.

Introducere

La etapa actuală una dintre principalele probleme care foarte mult îi frământă pe profesori, constă în găsirea celor mai bune modalități de predare a materiei, în determinarea eficacității metodelor aplicate în predarea cursurilor universitare.

În opinia cercetătorilor sunt reliefate trei stiluri prin care studenții pot asimila mult mai rapid materia predată: (1) Stilul kinestezic de învățare; (2) Stilul auditiv de învățare; (3) Stilul vizual de învățare.

Dintre acestea, *stilul vizual de învățare* se remarca printr-o lista complexă de modalități practice prin care aceștia pot asimila materia. Studenții care preferă stilul vizual de învățare, de cele mai multe ori sunt foarte creativi și au propria lor percepție asupra materiei predate.

Metodele vizuale de predare aplicate la studierea cursurilor universitare sunt strâns legate de implementarea principiului vizualizării. Funcțiile acestora sunt realizate prin vizualizare în cazul în care aceasta devine principala sursă de cunoaștere, metodă de acțiune practică etc. Este valoros faptul că prin aplicarea acestor metode vizuale de predare crește suficient activitatea cognitivă independentă a studenților.

Unii experți din domeniu consideră că, de regulă, cele mai multe persoane înțeleg prin învățarea vizuală următoarele: învățarea prin intermediul imaginilor, reprezentărilor grafice,

a secvențelor video etc. Metoda vizuală de predare include materia predată prin imagini, indiferent de modul în care acestea sunt prezentate. Învățarea vizuala ar putea fi înțeleasă ca un aspect al respectării principiului intuiției, adică studentul înțelege mai bine în cazul în care vede obiectul real în imagini, în diapozitive, în filme etc.

Studenții reacționează destul de bine la metodele de învățare vizuale, deoarece acestea reprezintă metode de învățare intuitive, care presupun efort minim la însușirea materiei și implicarea activă a studenților în diverse activități.

Metodele vizuale de învățare au atât avantaje, cât și dezavantaje. Învățarea vizuală transmite o mare cantitate de informații care, la rândul său, facilitează formarea reprezentărilor mintale și este accesibilă înțelegerii. În schimb, în situația în care se pune prea mult accent pe învățarea vizuală, se stimulează dezvoltarea unei gândiri concrete, în dauna gândirii abstracte, conceptuale, formale etc.

Alături de experiența pedagogică, ar fi binevenite niște cursuri de formare continuă pentru profesorii din instituțiile de învățământ atât universitare, cât și preuniversitare pentru ca aceștia să aplice mai des în predare metodele vizuale.

Practica de aplicare în predare a metodelor vizuale este una de perspectivă și trebuie dezvoltată la profesori din următoarele motive: să poată organiza materialele de învățare astfel încât să stimuleze învățarea vizuală; sa poată forma la studenți deprinderi, competențe vizuale etc.

Metodele vizuale de învățare reprezintă metode eficiente de asimilare a materiei atât pentru studenții din domeniul IT, cât și pentru cei din domeniul non-IT.

În speță, putem rezuma un material de proporții la o trilogie a surselor de cunoaștere: formula verbală, vizuală și cea de acțiune, cu implicarea lor în practica de predare/învățare; acestea realizându-se printr-o diversitate de metode și tehnici de lucru, respectiv, cu referință la cele verbale, vizuale (metoda demonstrativă și metoda ilustrării) și practice. Miza acestor metode enumerate fiind anume formarea abilităților practice.

În acest articol se descriu metodele vizuale de predare, aplicate la studierea cursurilor universitare, în scopul dezvoltării atât a competențelor digitale, cât și a competențelor de programare din diverse domenii de activitate, deoarece nu poți dezvolta competențe de programare, dacă nu le deții pe cele digitale. Deliberat, cursurile universitare sunt primordiale în ceea ce ține de sistemul de predare/învățare prin aplicarea diferitor metode vizuale de predare.

Impactul aplicării metodelor vizuale în dezvoltarea competențelor digitale și a celor de programare la studenții din domeniul IT

Potrivit unei definiții explicite a competenței digitale, aceasta constă în „utilizarea încrezătoare și critică a tehnologiei societății informaționale pentru muncă, timp liber și comunicare” [5].

Competența digitală reprezintă o componentă fundamentală a formării unui specialist IT, constituind un element indispensabil domeniului respectiv.

În 2010, M. Ranieri propune o schemă eficientă de sinteză a diverselor tradiții, prin care introduce în acest concept încă un cuvânt – alfabetizare. Astfel, el include în definiția competenței digitale: *alfabetizarea* TI (IT Literacy) – capacitatea de a alege și de a folosi tehnologii legate de obiective; *alfabetizarea informațională* (Information Literacy) – capacitatea de a găsi, evalua, selecta și gestiona informațiile; *alfabetizarea vizuală* (Visual Literacy) – capacitatea de a citi și a interpreta imagini și conținuturi vizuale; *alfabetizarea mediatică* (Media Literacy) – capacitatea de a înțelege și a interpreta critic media [4].

Puțin mai târziu, M. Ranieri asociază acestui concept nou, patru abilități transversale: gândirea critică; abilitățile de cercetare; rezolvarea problemelor; abilitățile de colaborare.

Astfel, competența digitală este esențială pentru educație, viață profesională și participare activă în societatea contemporană. Această afirmație este validată și prin faptul că în treapta universitară a societății contemporane accentul se pune pe formarea competențelor profesionale ale unui specialist capabil de a se adapta la *cerințele mereu schimbătoare* ale pieței muncii. Prin competență profesională se subînțelege capacitatea de a selecta, combina, utiliza adecvat cunoștințe, abilitățile, valorile și atitudinile în vederea rezolvării cu succes a unei anumite categorii de situații de muncă sau de învățare, circumscrise profesiei respective, în condiții de eficacitate și eficiență [1]. Formula respectivă se potrivește perfect specialiștilor din domeniul IT.

În Universitatea de Stat „Alecu Russo” din Bălți, chiar din anul I de studii, următoarele cursuri universitare asigură dezvoltarea competențelor digitale la studenții de la specialitățile IT: *Aplicații generice*; *Bazele programării*; *Informatica generală*; *Proiectarea paginilor Web*; *Editoare grafice*.

Cursul universitar *Aplicații generice* are drept scop formarea la studenți a competențelor de utilizare a aplicațiilor generice pentru activitatea de învățare, cercetare dar și cotidiană de rutină a oricărui specialist în informatică.

Competențele de bază dezvoltate în cadrul cursului universitar *Bazele programării* presupun formarea gândirii algoritmice a studenților și formarea abilităților de verificare a corectitudinii algoritmilor proiectați.

Cursul universitar *Informatica generală* are drept scop inițierea studenților în fundamentele teoretice ale informaticii, formelor de reprezentare, păstrare și prelucrare a informației la nivelul hardware și software precum și dezvoltarea competenţelor de utilizare a calculatorului personal în activitatea profesională.

Scopul studierii cursului universitar *Proiectarea paginilor Web* constă în dezvoltarea competențelor necesare în proiectarea și machetarea paginilor Web.

Cursul universitar *Editoare grafice* are drept scop formarea și dezvoltarea, la studenţi, a competenţelor digitale aplicate în domeniul profesional.

Una din caracteristicile societății contemporane o reprezintă pătrunderea tehnologiilor informaționale în toate ramurile de activitate umană. În acest context profesia de programator devine una dintre cele mai solicitate profesii şi mai bine plătite, afirmându-se

ca fiind indispensabilă oricărei ramuri de activitate socială. Situația se datorează faptului că orice afacere modernă este bazată în mare parte pe utilizarea calculatoarelor, programelor şi soluţiilor tehnologice inovatoare.

Formarea competențelor de programare reprezintă latura esențială în pregătirea profesională a specialiștilor în informatică, important fiind faptul că la baza oricărui program stă un algoritm.

Cursul universitar *Bazele programării* predat în Universitatea de Stat „Alecu Russo" din Bălți este unul fundamental pentru studenții din anul I de studii de la specialitățile IT și servește drept bază pentru toate cursurile universitare din domeniul programării.

Un programator competent trebuie să dețină următoarele calități ce țin nemijlocit de domeniul programării: să dea dovadă de gândire analitică și algoritmică; să posede cunoștințe referitor la modul de funcţionare a unui calculator; să manifeste abilităţi de bun depănător; să proiecteze soluționarea unei probleme; să determine resursele, instrumentele și tehnologiile eficiente de soluționare a problemei; să programeze la un nivel înalt într-un limbaj de programare necesar; să fie perseverent şi încrezător în forţele sale.

Competențele profesionale a unui astfel de specialist reprezintă un ansamblu integrat și dinamic de cunoștințe și abilități. Cunoștințele profesionale sunt determinate de cunoașterea, înțelegerea și utilizarea elementelor unui limbaj de programare, explicarea și interpretarea celor utilizate. Abilitățile se caracterizează prin aplicare și transfer a cunoștințelor la rezolvarea problemelor reale, reflecție critică și constructivă, creativitate și inovare. Succesele unui programator depind de cunoașterea utilizării unui limbaj de programare dar, în mare măsură, depind de bogăția și stăpânirea cunoștințelor în elaborarea algoritmilor, de experiența acumulată în activitatea de rezolvare a problemelor prin formarea unei gândiri algoritmice [3].

Ținând cont din cele menționate mai sus, putem afirma că dezvoltarea competențelor digitale și a celor de programare necesită posedarea profundă a fundamentelor teoretice, cerința care, de regulă, nu este acceptată de studenți din cauza abstractizării, teoretizării, fiind în opinia acestora neesențială, relativ cu practica nemijlocită la calculator.

Aceasta impune necesitatea aplicării unor metode, care ar oferi posibilitatea concretizării fundamentelor teoretice, materializării acestora, cu scopul stabilirii contactului direct al studentului cu conținutul teoretic.

Metodele vizuale asigură pe deplin satisfacerea necesităților menționate mai sus, oferind posibilitatea cercetării amănunțite a procesului de comprehensiune de către student al conceptelor teoretice fundamentale din domeniul profesional prin utilizarea exemplificărilor, imaginilor analoage, materialelor ilustrative.

Dezvoltarea competențelor digitale în cadrul procesului de studiere a cursului universitar *Informatica generală* a demonstrat eficiența metodelor vizuale la predarea unității de învățare *Bazele aritmetice ale dispozitivelor numerice*, prin reprezentarea grafică

a prelucrării datelor numerice în regiștrii de memorie, codificarea informației și reprezentarea numerelor în tehnica de calcul [1].

Dezvoltarea competențelor de programare în cadrul cursului universitar *Bazele programării* necesită aplicarea indiscutabilă a metodelor vizuale la studierea unităților de învățare: metode de proiectare a algoritmilor (scheme-bloc), abstracția în programare (mecanismele de transmitere a parametrilor), variabile și structuri dinamice de date (accesarea memoriei statice și celei alocate în mod dinamic), recursivitate etc.

Utilizarea în cadrul lecțiilor practice a limbajelor de programare ce reprezintă diverse paradigme, necesită reprezentarea grafică a conceptelor de bază (obiect, clasă) prin utilizarea limbajului UML (Unified Modeling Language) și demonstrarea aplicării practice a acestora la soluționarea problemelor reale.

Practica aplicării metodelor vizuale la formarea competențelor digitale și a celor de programare la studenții de la specialitățile IT, a demonstrat că învățarea vizuală include următoarele: dezvoltarea competențelor cognitive, de comunicare, sociale, interpersonale; creșterea motivației pentru învățare; implicarea activă a studenților în realizarea sarcinilor de lucru; asimilarea mai ușoară a fundamentelor teoretice; sporirea înțelegerea profundă a conceptelor teoretice; creșterea interesului față de studierea conceptelor teoretice; dezvoltarea spiritului creativ, a gândirii critice, a atitudinii pozitive față de învățare; dezvoltarea autonomiei, de a examina și a sintetiza informația în diverse moduri etc.

Aplicarea metodelor vizuale oferă posibilitatea dezvoltării următoarelor abilități: evidențierea cuvintelor-cheie; separarea informației principale de cea secundară; sintetizarea informației; identificarea ideilor esențiale; descrierea succintă, dar explicită a conținutului; determinarea relației temporare și cauzale dintre concepte și evenimente.

Învățarea materiei prin aplicarea metodelor vizuale la studierea cursurilor universitare din domeniul IT contribuie la: consolidarea operațiunilor mintale durabile și mobile; formarea deprinderilor de cooperare și colaborare; îmbunătățirea abilităților de comunicare scrisă și orală; dezvoltarea deprinderilor de căutare, analiză și sintetizare a informației; soluționarea problemelor și luarea deciziilor; formarea abilităților de utilizare a tehnologiilor informaționale în situații concrete; dezvoltarea abilităților cognitive complexe și de gândire la nivel superior; formarea unei gândiri critice.

Impactul aplicării metodelor vizuale la studierea cursului universitar TIC în scopul dezvoltării competențelor digitale la studenții din domeniul non-IT

Cursul universitar *Tehnologii informaţionale şi comunicaţionale* (TIC) se predă în Universitatea de Stat „Alecu Russo” din Bălţi, fiind unul fundamental și este introdus în planurile de învăţământ la toate specialităţile non-IT din următoarele domenii de formare profesională: Științe ale educației, Formarea profesorilor, Studiul limbilor, Psihologie, Asistență socială, Jurnalism și comunicare, Finanțe și bănci, Contabilitate, Științe administrative, Business și administrare, Drept, Științe ale mediului, Procesarea alimentelor,

Textile, Producţia vegetală şi animală, Servicii hoteliere, turism şi agrement, Inginerie și management etc.

La etapa actuală, noile tehnologiile informaţionale ocupă un loc tot mai important, devenind o parte integrantă a culturii moderne, inclusiv şi a învăţământului. Cursul universitar *Tehnologii informaționale și comunicaționale* contribuie la formarea unui specialist, capabil să utilizeze corect TIC, să se adapteze şi să activeze în condiţiile noii societăţi informaţionale.

Specialiştii din orice domeniu profesional utilizează permanent noile tehnologii informaţionale, pentru soluționarea diverselor probleme din domeniul profesional. Acestea la rândul său, includ colectarea, stocarea, prelucrarea, căutarea, transmiterea, prezentarea datelor, textelor, imaginilor şi a sunetelor prin intermediul calculatoarelor electronice.

Marele progres pe care l-a cunoscut și îl cunoaște în continuare știința, tehnica de calcul, impune o pregătire cât mai riguroasă a viitorilor profesioniști, astfel încât aceștia să facă față cerințelor mereu crescătoare ale societății. La etapa actuală, întreaga societate este complet dependentă de TIC care se dezvoltă cu o viteză destul de mare.

Eficacitatea soluționării la calculator a unei probleme din domeniul profesional depinde, de rând cu alți factori, de tehnologia informaţională utilizată. Tehnologiile informaţionale contribuie din ce în ce mai mult la dezvoltarea procesului de învăţământ, făcându-l mai accesibil, mai interesant şi mai captivant.

Scopul cursurilor universitare descrise în această lucrare constă, în primul rând, în formarea abilităţilor şi competenţelor digitale la studenţi pentru a deveni membri ai societăţii informaţionale în domeniul profesional. Accentul este pus pe formarea specialiştilor din domeniul profesional cu competenţe digitale performante [3].

Dacă e să scoatem în evidență metodele vizuale aplicate la predarea cursului respectiv, atunci acestea sunt cu adevărat metode pertinente ce contribuie la dezvoltarea competențelor digitale la studenții din domeniul non-IT.

Atât la orele de curs, cât și la cele de laborator conceptele teoretice și practice sunt predate prin contact vizual al studentului cu aplicația respectivă și cu instrumentele utilizate în predarea subiectului respectiv.

În predarea acestui curs, instrumentul principal este tabla interactivă însoțită de softul educațional SMART Notebook. Acest instrument didactic, profesional și interactiv aduce interactivitate și dinamică în sălile de clasă, totodată scoate în evidență metodele vizuale de predare și învățare. Datorită softului educațional SMART Notebook, există posibilitatea de a preda cât mai nuanțat materia, prezentând-o în diverse forme: imagini, grafice și secvențe video, reliefând metodele vizuale de predare și învățare. La orele de curs se mai utilizează paralel cu softul respectiv și aplicații de procesare a prezentărilor electronice.

La studierea cursului universitar TIC se utilizează diverse metode vizuale de predare, ca de exemplu, demonstrarea și reprezentarea grafică a datelor, explicarea prin diverse imagini etc.

Metodele vizuale aplicate la predarea cursului respectiv asigură nu numai dobândirea de noi cunoștințe, dar și de dezvoltare a competențelor digitale, îi învață corect pe studenți să diferențieze noțiunile, să perceapă corect logica materiei, să stăpânească cunoștințele dobândite, să lucreze independent. Aceste metode sunt selectate de către profesor în dependență de conținutul materiei care urmează să fie predat, și bineînțeles de experiența acumulată [2].

Cunoaștem că, metodele vizuale de predare reflectă și activitățile profesorului care vizează gestionarea procesului de asimilare a cunoștințelor și dezvoltarea abilităților cognitive ale studenților. În funcție de scopul lecției, de conținutul materiei care urmează să fie predat prin metode vizuale și de natura activității cognitive, aceeași metodă, primește un accent și un grad de prezentare grafică diferită atrăgând studenții la implicarea cât mai activă în timpul lecției. Permanent sunt scoase în evidență o varietate de metode vizuale, conducând treptat studenții la o mai mare independență în studiul materialului și aplicarea cunoștințelor dobândite în practică.

Succesul procesului didactic depinde în mare măsură de aplicarea metodelor de predare, acestea la rândul său prezentând modalități de activitate interdependentă a profesorilor și studenților în implementarea sarcinilor care vizează stăpânirea materiei studiate.

Unul dintre tipurile specifice de însărcinări la cursul respectiv include următoarele: gestionarea datelor din orice aplicație; căutarea automatizată a datelor existente; configurarea softurilor specializate; gruparea, sistematizarea datelor din domeniul profesional; crearea documentelor simple și complexe; gestionarea documentelor existente; crearea registrelor de calcul și efectuarea calculelor automatizate în tabelele din domeniul profesional; crearea prezentărilor electronice din domeniul profesional; navigarea pe site-urile specializate și gestionarea datelor etc.

Studenții mult mai bine înțeleg și asimilează materia în cazul în care aceasta este prezentată în diverse forme și cât mai nuanțată.

Metodele vizuale de predare aplicate la studierea cursului universitar TIC pot fi utilizate atât la învățarea materialului nou, cât și la consolidarea acestuia. În cazul în care se studiază un subiect nou, acestea prezintă un mod de a dobândi noi competențe digitale, pe când în cazul în care acestea sunt deja consolidate, prezintă un mod de a aplica cunoștințele în practică, adică de a soluționa o problemă, fie ea simplă sau complexă.

Concluzii

În prezent este destul de dificil de a ne pronunța temeinic cu raportare la subiectul inițiat, deoarece aplicarea metodelor vizuale de predare și de învățare în țara noastră depinde de diferiți factori, și anume: de experiența acumulată pe parcursul anilor de către profesori, de tehnologiile informaționale utilizate, de mijloacele tehnice implicate etc.

Indiferent de potențialul activității fiecărui profesor, metodele vizuale de predare și de învățare pot fi extinse, fiind nuanțate printr-un un aspect al respectării principiului intuitiv. Studenții sunt receptivi la metodele de învăţare vizuală, implicit şi prin faptul că este o metodă eficientă, necesită mai puţină ardere intelectuală, evitând ascultarea și memorarea pasajelor de proporții ale subiectelor propuse. Acest gen de activitate creează studenților o stare de feedback și-i motivează să se implice, ulterior, constructiv în procesul didactic.

Bibliografie

1. LUPU, I.; CABAC, V.; GINGU, S. *Formarea și dezvoltarea competenței de programare orientată pe obiecte la viitorii profesori de informatică: Situații de învățare. Standarde de performanță: tehnologia programării pe obiecte*. Chișinău: UST, 2013. 150p. ISBN 978-9975-76-100-0.
2. Metode vizuale de predare. [citat 02.09.2021]. Disponibil: https://fondeco.ru/ro/naglyadnye-metody-obucheniya-referat-naglyadnye-metody-obucheniya-ponyatie/ .
3. POPOV, L. *Dezvoltarea competențelor digitale la studenții de la specialitățile non-IT în condițiile instruirii la distanță la unitatea de curs „Tehnologii informaționale și comunicaționale”*. International conference Mathematics & It: Research and Education (MITRE-2021) dedicated to the 75th anniversary of Moldova State University Chişinău, Republic of Moldova, July 01–03, 2021, p. 127-128, ISBN 978-9975-158-19-0.
4. RANIERI, M.; CALVANI, A.; FINI, A. *La competenza digitale nella scuola. Metodelli e strumenti per valutarla e svilupparla.* Trento: Erickson. 2010. 381 p. ISBN 978- 8861376199.
5. Recomandarea Consiliului Uniunii Europene din 18 decembrie 2006 privind Cadrul european al calificărilor pentru învățarea pe tot parcursul vieții. (2006/962/EC). In: *Jurnalul Oficial al Uniunii Europene*, L394. 9 p. [citat 20.08.2021]. Disponibil: https://eurlex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006H0962&from=EN.

CZU: 004.43

APLICAREA MĂRIMILOR TABELARE NEREGULATE ÎN PROGRAMARE

Vitalie ȚÎCĂU, lector universitar
Universitatea de Stat „Alecu Russo” din Bălți

Rezumat. Conceptul de tip de date este de bază într-un limbaj de programare. Astfel, este actuală utilizarea materiale didactice ce permit gestiunea tipurilor, în special a tablourilor bidimensionale. Mărimile tabelare sunt destinate pentru reprezentarea datelor omogene. Deseori se aplică tablouri rectangulare (regulate). Însă în practică se utilizează și tabele neregulate, când numărul de elemente de pe linii este diferit, tipul datelor fiind același. Tablourile neregulate nu sunt abordate de orice limbaj de programare și sunt restrâns descrise. În lucrare este cercetată abordarea aplicării tabelelor bidimensionale neregulate în limbajul Visual C# cu aplicații în practică.

Abstract. The concept of data type is basic in a programming language. Thus, it is current to use teaching materials that allow the management of types, especially two-dimensional arrays. Arrays used for the representation of homogeneous data. Rectangular (regular) arrays are often applied. In practice, jagged array also used, when the number of elements on the lines is different, their type being the same. Jagged array do not described by any programming language and are narrowly described. The paper researches the approach of the applications of two-dimensional jagged array in the Visual C # language with applications in practice.

Cuvinte-cheie: tablouri neregulate, programare C#, aplicații în practică.
Keywords: jagged tables, C # programming, applications in practice.

Introducere

În lucrare sunt cercetate modurile de descriere, alocare a memoriei, inițializare și aplicare a tabelelor bidimensionale regulate și neregulate. Sunt definiți algoritmi de prelucrare a tablourilor regulate și neregulate în Visual C#. Este cercetat modul de rezolvare a unor probleme, bazate pe aplicarea tablourilor bidimensionale regulate și neregulate în limbajul C#:

- gestiunea unui tablou abstract de numere întregi;
- prelucrarea notelor elevilor (studenților);
- gestiunea figurilor din plan;
- determinarea profitului la realizarea mărfurilor unor companii.

Metode și materiale aplicate

În C# există două categorii de tipuri de date: *tipuri valoare* și *tipuri referință*. Toate tipurile valoare sunt derivate din clasa *System.ValueType*, care la rândul ei este derivată din clasa *Object*. Nu este posibil ca dintr-un tip valoare să se deriveze [1]. O variabilă de tip valoare întotdeauna trebuie să conțină o valoare (nu poate fi *null*, spre deosebire de tipurile referință).

Tabloul reprezintă un șir ordonat de elemente de același tip. Tabloul se poate caracteriza prin nume, dimensiune, numărul de elemente. Tablourilor li se atribuie aceleași tipuri de date și clase de memorie, ca și variabilelor simple.

În cele mai multe cazuri nu se cunoaște aprioric numărul de obiecte care se vor folosi la momentul rulării. O soluție pentru stocarea elementelor având același tip o reprezintă tablourile. Sintaxa de declarare și utilizare este asemănătoare în C# cu cea din Java sau C++, dar fiecare tablou este un obiect, derivat din clasa abstractă *System.Array*. O variabilă de tip tablou poate avea valoare de *null* sau poate să indice către o instanță validă. Pentru a putea reține date în structura de tip tablou, este necesară o operație de instanțiere.

În cazul tablourilor cu mai multe dimensiuni se face distincție între tablouri regulate și tablouri neregulate (tablouri de tablouri).

Matricea multidimensională are două sau mai multe dimensiuni, un element al acestora se poate accesa prin combinarea a doi sau mai mulți indici. *Tablourile rectangulare* au proprietatea că pe fiecare dimensiune se află același număr de elemente [2]. Fiecare element este specificat cu doi indici. Un indice indică rândurile și un indice indică coloanele. Pentru a declara două dimensiuni se aplică virgula în prima paranteză pătrată.

Un tablou neregulat (*jagged arrays*) reprezintă un tablou de tablouri [2]. Deci, lungimea rândurilor nu este aceiași. Declararea unui tablou neregulat cu două dimensiuni se face folosind seturi de paranteze pătrate pentru a indica fiecare dimensiune. Pentru accesul la un element se înscriu doi indici în paranteze pătrate aparte. Exemplu de matrice eșalonată cu două dimensiuni:

int[][] jagged = new int[2][]; jagged[0] = new int[4]; jagged[1] = new int[3];

Pentru a ști numărul de elemente ale tabloului putem folosi *array.Length*. Folosind proprietatea *Length* pentru matrice eșalonate se obține lungimea pentru fiecare tablou-rând.

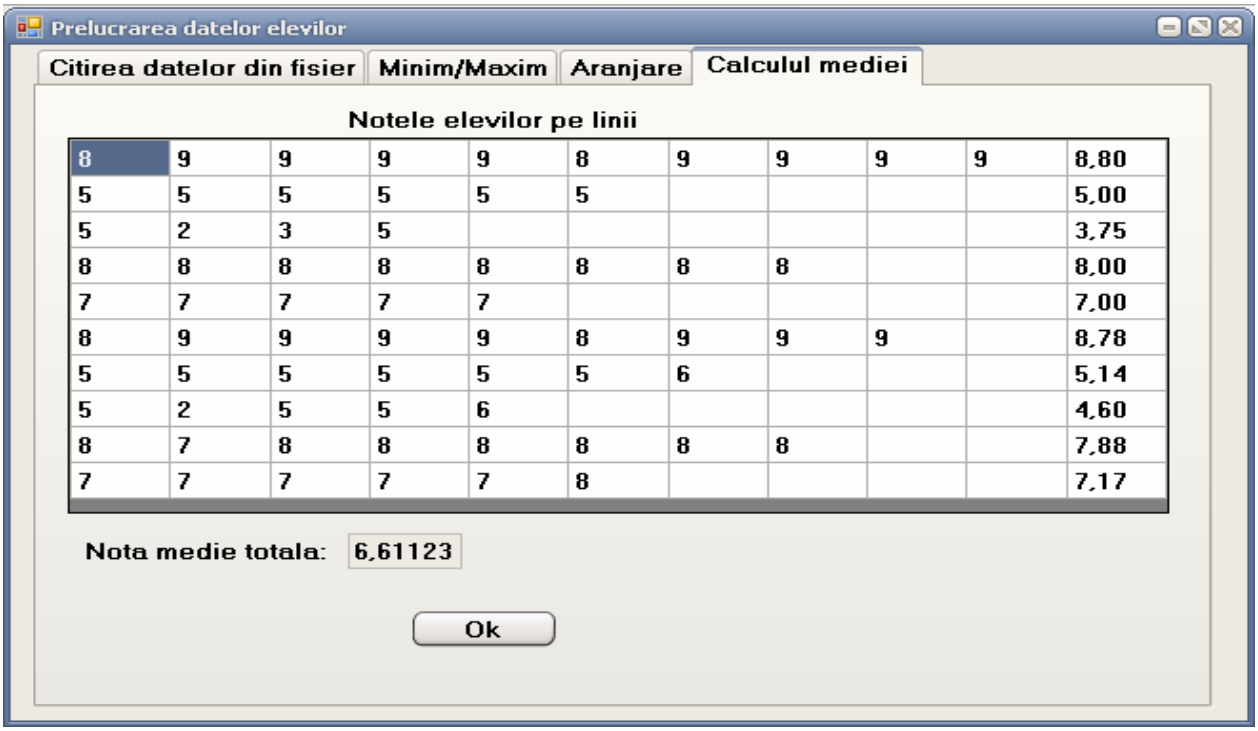


Figura 1. Calculul mediei notelor elevilor

Notele elevilor (studenților). Se cunosc notele elevilor la un obiect, obținute pe parcursul unui trimestru. Evident, că numărul de note nu este omogen: unii elevi (studenți) au mai multe note, iar alții – mai puține. Nota medie se calculează în baza notelor obținute. Datele inițiale se păstrează într-un fișier text, în care pe primul rând se înscrie numărul de elevi, iar pe următoarele rânduri se înscrie numărul de note și, respectiv, notele. În figura 1 este prezentat exemplul de calcul al mediei elevilor (studenților).

Determinarea profitului la realizarea mărfurilor unei companii. Fie se cunosc profiturile unei companii la realizarea mărfurilor. Numărul de mărfuri diferă de la o companiei la alta. De determinat profitul total și rata profitului companiilor.

Valorile reale ale profitului se citesc din fișier pe rânduri ca șiruri de caractere, se despart folosind metoda *Split* și se convertesc în numere reale. Cu ajutorul metodelor standard *Max()* și *Min()* se determină care produs și a cărei firme aduce profitul maximal, respectiv, minimal.

De asemenea se aplică metodele standard *Sort()* și *Reverse()* ale clasei *Array* pentru aranjare crescătoare, respectiv, descrescătoare a profiturilor fiecărei firme în parte.

Gestiunea figurilor. Pentru figurile din spațiu de forma: cerc, triunghi, pătrat, dreptunghi, romb, paralelogram și trapez se cunosc caracteristicile lor: lungimile laturilor și mărimea unghiului de bază. Se ce re de determinat aria figurilor și perimetrul (sau lungimea pentru cerc).

Numele figurilor și caracteristicile se citesc din fișier pe rânduri ca șiruri de caractere.

În figura 2 este prezentat exemplu de calcul al ariei figurilor.

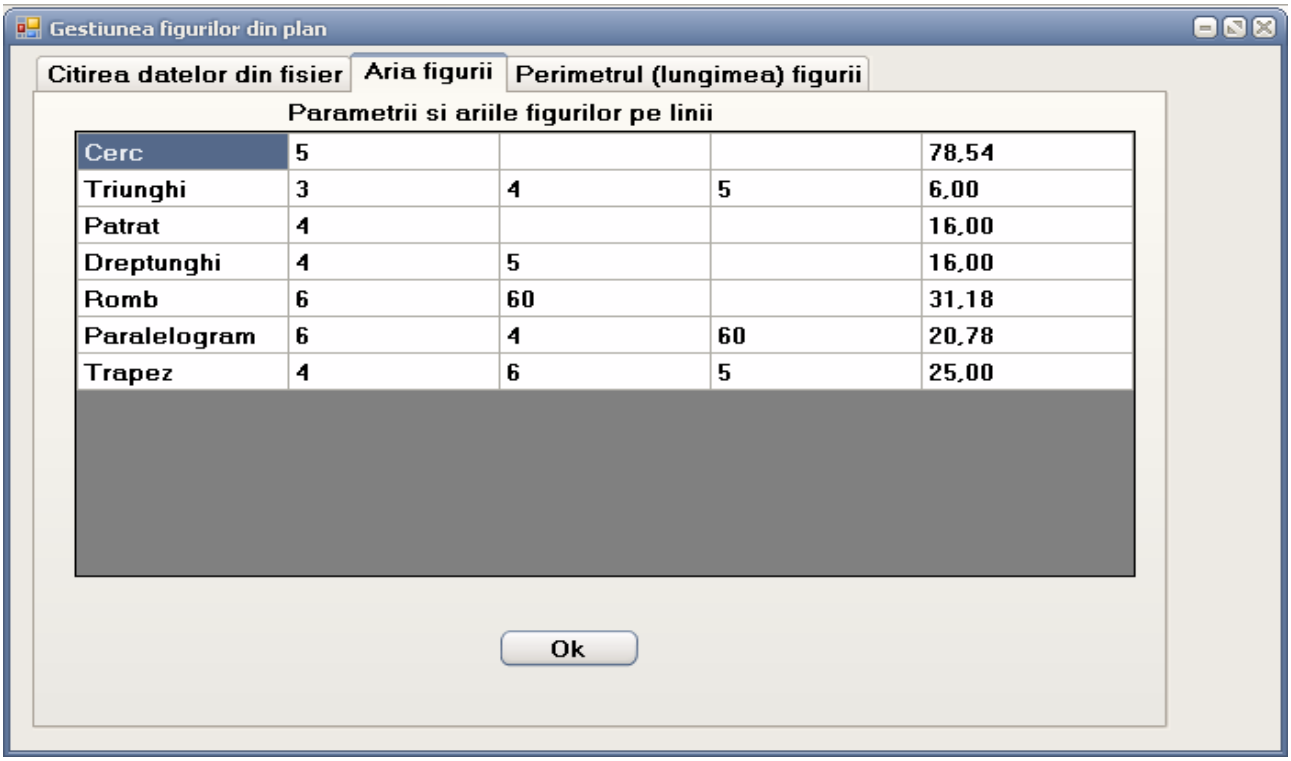


Figura 2. Calculul ariei figurilor

Concluzii

În lucrare sunt descrise tablourile bidimensionale regulate și neregulate. În Visual C# pe platforma Microsoft Visual Studio a fost elaborată o aplicație, care rezolvă un set de probleme cu aplicarea tablourilor bidimensionale neregulate. Programul permite utilizarea exemplelor tipice.

Aplicarea tablourilor neregulate este utilă în practică, deoarece propune un instrument folositor de prelucrare a datelor. Legătura strânsă a tablourilor unidimensionale de cele bidimensionale neregulate face ca algoritmii de prelucrare a tablourilor bidimensionale neregulate să se bazeze pe algoritmii de prelucrare a tablourilor unidimensionale.

Bibliografie

1. PELLAND, Patrice. *Build a Program. NOW, Microsoft Visual C# 2005*. Express Edition, eBook, Microsoft Press, 2005. 224 p. ISBN: 0-7356-2229-9.
2. ПАВЛОВСКАЯ, Татьяна. C#. *Программирование на языке высокого уровня*. СПб.: Питер, 2021, 432 с. ISBN: 978-5-4461-0913-5.

CZU: 371.3:004

IMPACTUL LABORATOARELOR DE ÎNVĂŢARE „CLASA VIITORULUI” ASUPRA PROCESULUI EDUCAŢIONAL

Teodora VASCAN, dr., conf. univ.
Catedra Informatică şi Tehnologii Infomaţionale, UST

Rezumat. În articol sunt descrise beneficiile oferite de laboratoarele de învăţare Clasa Viitorului precum şi provocările care apar la crearea unei astfel de clase. Este realizată o cercetare privind necesitatea de creare a unor astfel de laboratoare de învăţare. Sunt oferite câteva sfaturi practice cu privire la modul de dezvoltare a spațiilor de învățare mai flexibile pentru acele școli, care se află la etapa de inițiere a propriului laborator de învățare.

Abstract. The article describes the benefits offered by the Future Class learning labs as well as the challenges that arise in creating such a class. Research is being conducted on the need to create such learning laboratories. Some practical advice is offered on how to develop more flexible learning spaces for those schools, which are at the stage of initiating their own learning laboratory.

Cuvinte cheie: TIC, Clasa Viitorului, STEAM.
Keywords: ICT, Future Classroom Lab, STEAM.

Introducere

Astăzi, schimbările globale au loc atât de rapid încât este dificil de prezis ce cunoștințe, abilități și competențe vor trebui să aibă elevii din clasa întâi de astăzi la absolvirea școlii. De ce și ce trebuie să înveți o persoană într-o lume modernă și complexă? Care sunt abilitățile din secolul XXI? Cum să construiești traiectorii educaționale personalizate?

Transformarea sectorului educațional în conformitate cu provocările moderne este inevitabilă, iar tehnologiile, care au devenit deja un motor al schimbărilor socio-economice pe scară largă, având un potențial imens de aplicare în școli. În prezent, utilizarea tehnologiilor de prelucrare a datelor mari, inteligența artificială, personalizarea în predare nu mai este un subiect de discuție academică și devine conținutul unor proiecte reale, servicii educaționale și platforme. Pentru a putea răspunde provocărilor globale, participanții la procesul educațional trebuie să înțeleagă foarte bine tendințele principale ale dezvoltării sale. Acest lucru este deosebit de important pentru țara noastră. Astăzi, este necesar să ne concentrăm toată atenția asupra dezvoltării singurei resurse cu adevărat inepuizabile pentru modelarea unui viitor mai bun pentru toată lumea – *potențialul uman* - în toate manifestările sale.

Educația din Republica Moldova a intrat într-o nouă etapă de dezvoltare și devine din ce în ce mai intelectuală grație programului național „*Clasa Viitorului*” - (FCL), un proiect pilot care a fost implementat în instituțiile de învățământ din Moldova.

Descrierea laboratoarelor de învăţare „*Clasa Viitorului*”

Barrett și alții au realizat un studiu de cercetare "Clever Classrooms" (Clase inteligente), privind impactul mediului asupra procesului de învățare a elevilor [1]. Proiectul HEAD (Holistic Evidence and Design) a analizat rata de învățare a elevilor din școala primară, vârsta fiind cuprinsă între 4-11 ani. Datele au fost colectate pe parcursul mai multor ani ajungându-

se la concluzia că "sălile de clasă bine concepute sporesc performanțele academice ale copiilor la lectură, scriere și matematică".

Basye și alții în raportul publicat de ISTE [2], subliniază necesitatea creării unor spații de învățare "active" pentru a permite elevilor să comunice și să colaboreze, așa cum se așteaptă să facă la locul de muncă. Autorii analizează noțiunea de "învățare activă" în scopul de a demonstra cum profesorul poate schimba ceea ce se întâmplă în clasă prin sinteza spațiului, tehnologiei și pedagogiei. Raportul prezintă exemple de "învățare activă" în comparație cu "învățarea pasivă", subliniind necesitatea implicării elevilor în activități pe parcursul lecției.

Astfel deci, laboratoarele de învăţare „*Clasa Viitorului*” oferă o nouă abordare a procesului educațional - STEAM, un concept care oferă metode de predare creative, interdisciplinare și utilizarea maximă a tehnologiei informației. „*Clasa Viitorului*” - este un proiect de educaţie digitală, implementat în instituţiile educaţionale din Moldova, care aduce un nou concept în pedagogie, oferind un spațiu de învățare deschis și motivațional, cu abordări interdisciplinare și inovative, prin utilizarea tehnologiilor digitale, ce favorizează procesul de învățare centrat pe elev. Se bazează pe proiecte, integrând cunoștințe și abilități din diferite domenii, cum ar fi: științe, tehnologie, inginerie, arte și matematică. Toate aceste cunoștințe vor contribui la sporirea atractivității domeniilor STEAM pentru elevi și pregătirea lor pentru carierele viitorului.

Acest proiect fiind un răspuns la schimbările actuale cu care se confruntă profesorii, elevii și școlile. Scopul său fiind dobândirea abilităților adaptate nevoilor lor actuale și oferirea unei dezvoltări profesională continuă profesorilor stimulând schimbarea paradigmei de învățare pe una mai creativă, colaborativă, automotivantă și antreprenorială cu ajutorul TIC.

În cadrul laboratorului „Clasa Viitorului” există șase zone de învățare (fig.1), care se axează pe o abordare diferită sau pe un aspect al activității de predare-învățare. Aceasta încurajează pe cei care explorează mediul FCL, luând în calcul spațiul fizic, resursele, rolurile elevilor și profesorilor și cum pot fi promovate diferite stiluri de învățare. În comun, zonele oferă posibilitatea de a vizualiza în ce mod pot fi implementate, în sălile de clasă și în întreaga școală, diferite abordări pedagogice inovatoare, care încorporează TIC. Zonele reflectă esența învățării de calitate, și anume: a fi conectat, a fi implicat și a fi provocat [3].

În timp ce unele clase de învățare, inspirate de modelul FCL, au ales să adopte zonele de învățare și chiar o parte din mobilierul, brand-ul și identitatea vizuală a clasei FCL, European Schoolnet nu furnizează un șablon FCL sau nu sugerează că toate laboratoarele trebuie să fie identice. Dimpotrivă, toate aceste spații trebuie adaptate contextului și nevoilor locale. De asemenea, European Schoolnet promovează mesajul că instituirea unei clase FCL este doar un prim pas al unui proces mai amplu de gestionare a schimbării, care va necesita adaptarea tuturor sălilor de clasă și ale altor spații potențiale de învățare din întreaga școală [3].

Figura 1. Zonele de învăţare ale Clasei Viitorului.
Copyright 2015 European Schoolnet Future Classroom Lab

Potrivit aceleiaşi surse principalele idei conceptuale ale unui laborator Clasa Viitorului sunt:

- oferă spații flexibile de învățare care pot fi ușor reconfigurate în funcție de necesitatea diferitor activități de învățare și care permit o repoziționare ușoară a elevilor și profesorilor.
- are misiunea de a găzdui învățarea inovatoare. Activitățile de învățare care au loc în laboratoarele de învățare au scopul de a implementa noi viziuni visavi de procesul educațional, competențele secolului XXI și învățarea sprijinită de tehnologie.
- este un spațiu destinat atât pentru activitățile de învățare ale elevilor, cât și pentru dezvoltarea profesională a cadrelor didactice, inclusiv pentru întâlniri și discuții despre educație. Un laborator de învățare este un spațiu pentru practică, dar și pentru reflecție.
- vizează implicarea și conectarea diferitor părți interesate. Aceștea creează un dialog între cadrele didactice, managerii școlari, factorii de decizie politică, partenerii comerciali, elevi, părinți, etc.
- contribuie la dezvoltarea unei culturi deschise; de exemplu, profesorii pot să urmărească lecțiile unul altuia și să ofere îndrumare; elevii pot utiliza laboratorul de învățare pentru a participa la proiecte europene precum eTwinning
- comunicarea este o parte importantă a implicării părților interesate și a informării comunității despre activitățile desfășurate.

Beneficiile oferite de Clasa Viitorului pot fi:

- Incorporarea diferitor stiluri de învățare
- Îmbunătățirea colaborării
- Pregătirea copiilor pentru viitor
- Crearea un mediu educaţonal mai implicat

- Utilizarea tehnologiilor de vârf
- Experienţă de învățare completă
- Mediu de învățare sigur.

Pentru profesori şi elevi se atestă următoarele beneficii oferite de Clasei Viitorlui:

Beneficii pentru profesori:

- Explorarea diferitelor abordări pedagogice
- Cooperare
- Gruparea studenţilor
- Lucrul cu elevii în mod individual
- Pot încuraja elevii să fie activi și să participe la diferite sarcini în cadrul lecției
- Pot însărcina elevii cu teme individuale pentru acasă, realizate în avans, în scopul de a utiliza ora lecției în mod creativ pentru a propune sau dezvolta idei

Beneficii pentru elevi:

- Elevii pot avea acces extins la tehnologii pe parcursul zilei, în comparație cu accesul limitat într-o singură sală și disponibil pentru anumite perioade de timp
- Elevii pot avea mai multe oportunități de a colabora și de a discuta idei la lecții, ceea ce înseamnă că elevii pot învăța unul de la altul. Elevii preferă să lucreze în diferite grupuri și să se angajeze în diverse activități
- Elevii pot juca un rol activ în procesul de învățare
- Elevii pot lua decizii cu privire la ordinea de desfășurare a activităților și aceasta îi ajută să devină mai independenți
- Elevilor le plac noile spații de învățare și doresc să se afle în școală; acest lucru se datorează faptului că un spațiu flexibil de învățare îi permite elevului să se mobilizeze și să învețe la școală, așa cum o face în viața cotidiană, folosind tehnologia
- Elevii au mai multe șanse să vorbească despre ceea ce au făcut în timpul lecțiilor
- Elevii sunt mai mult corelați cu școala, deoarece spațiile de învățare și utilizarea dispozitivelor mobile reflectă viața lor de zi cu zi.

Implementarea unui clase de tip FCL este, totuși, o provocare și necesită timp, angajament și o finanțare pe potrivă.

Una dintre cele mai mari provocări identificate de școală constă în faptul că profesorii trebuie să aibă încredere în fiabilitatea tehnologiei. Unul dintre cele mai mari motive ce cauzează rezistența personalului este faptul că profesorii sunt preocupați de modul în care modificările vor afecta finalitățile de studii și rezultatele examinării. În primul rând, profesorilor trebuie să li se ofere posibilitatea de a participa în proiecte pilot și în studii de cercetare mai restrânse, care vor permite utilizarea spațiilor de învățare în mod inovator. Poate fi dificil de schimbat abordarea tuturor cadrelor didactice, dar se recomandă de început cu cei care sunt dispuși să se schimbe.

Concluzii

Scopul principal nu este de a-i învăța pe elevi cum să se adapteze la schimbare, ci să-i echipăm cu competențele necesare pentru a transforma problemele existente și pentru a lucra cu perspectivă de viitor.

Soluțiile posibile de realizare a acestui scop sunt următoarele.

1. Susținerea creativitivităţii și gândirii critice prin educație; îndepărtarea de viziunea industrială asupra lumii și a nu mai produce capital uman „potrivit" pentru piața muncii.
2. De a permite elevilor și studenților să creeze traiectorii educaționale personalizate pe baza nevoilor și intereselor personale.
3. Dezvoltarea unei culturi a diversității în practicile și activitățile educaționale.
4. Schimbarea percepției procesului de educație și, în locul „etapei de pregătire pentru muncă" să vedem dezvoltarea simultană a competențelor și dezvoltarea profesională.

Acest lucru va fi posibil de realizat prin intermediul Clasei Viitorului. Sperăm ca recomandările din acest aticol să ofere câteva sfaturi practice cu privire la modul de dezvoltare a spațiilor de învățare mai flexibile pentru acele școli, care se află la etapa de inițiere a propriului laborator de învățare și că mai mulți factori de decizie vor conștientiza că promovarea unei abordări integrale a școlii referitor la adaptarea spațiilor de învățare trebuie să fie o componentă cheie a oricărei strategii care se axează pe utilizarea inovatoare a tehnologiei.

Articolul este elaborat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)", inclus în „Program de stat" (2020-2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20

Bibliografie

1. BARRETT, P. *Clever Classrooms: Summary of the HEAD Report*. Salford, 2015. UK, ISBN978-1-907842-63-4.
2. BASYE, D. et all. Reimagining Learning Spaces for Student Success. In*: International Society for Technology in Education* (ISTE), Virginia, 2015.
3. BANNISTER, D. *Ghid pentru explorarea și adaptarea spațiilor de învățare în școli*. MBE, Institute of Education, University of Wolverhampton, Marea Britanie, 2019.

CZU: 371.3:004

PROMOVAREA EDUCAŢIEI STEAM PRIN INTERMEDIUL ROBOTICII EDUCAŢIONALE

Teodora VASCAN, dr., conf. univ.
Catedra Informatică şi Tehnologii Infomaţionale, UST

Rezumat. Introducerea educației STEAM și, în special, implementarea Roboticii Educaționale (RE), a atras atenția cercetătorilor și a demonstrat că profesorii joacă un rol crucial în conducerea acestei inovații. În articol sunt expuse puncte de vedere privind impactul Roboticii Educaţionale asupra educaţiei STEAM.

Abstract. The introduction of STEAM education, and in particular the implementation of Educational Robotics (RE), has attracted the attention of researchers and demonstrated that teachers play a crucial role in leading this innovation. The article sets out views on the impact of Educational Robotics on STEAM education.

Cuvinte cheie: STEAM, Robotica Educaţională.
Keywords: STEAM, Educational Robotics.

Introducere

În ultimul deceniu, interesul pentru Robotica Edcaţională (RE) a creat un corp semnificativ de literatură care sprijină implementarea acestui tip de activitate în procesul educaţional. Este recunoscut faptul că RE creează un context educațional plăcut și atrăgător care promovează educația STEM și îmbunătățește procesul de învățare [1, 2].

Termenul „educație STEAM” se referă la predarea și învățarea într-un mod integrat în domeniile: știință, tehnologie, inginerie, artă și matematică; de obicei, incluzând activități educaționale la toate nivelurile de clasă, de la preșcolar până la post-doctorat.

Interesul pentru dobândirea abilităților cerute de societatea secolului XXI cresşte semnificativ de la an la an. În acest context, este necesară o reformă educațională sistematică care să cuprindă tehnologia cu gândirea creativă și rezolvarea problemelor în cadrul procesului educaţional pentru a pregăti elevii ca viitori cetățeni într-o societate bazată fundamental pe tehnologie. Predarea științei, tehnologiei, ingineriei, artei și matematicii (STEAM) elevilor este una dintre cele mai răspândite modalități de a atinge acest obiectiv și, în același timp, de a spori conceptul de sine și interesul elevilor pentru domeniu și de a oferi informații despre opțiunile relative de carieră. Astfel, încorporarea mai multor instrumente educaționale bazate pe tehnologie în programele educaţionale ar putea produce cele mai semnificative beneficii posibile, ajutând elevii să-și dezvolte abilitățile de care vor avea nevoie în viitor.

Robotica educațională (RE), ca parte a educației STEAM, încorporează o gamă largă de cunoștințe generale și permite transpunerea oricărei discipline specifice într-un context educațional mai cuprinzător.

Impactul Roboticii Educaţionale asupra învăţării STEAM

Prezenţa tehnologiei în educație oferă posibilitatea elevilor de a fi implicați în explorarea directă, experiențe de învățare pentru a construi cunoștințe cognitive și abilități sociale.

Robotica Educaţională creează un mediu de învățare în care elevii pot găsi și dezvolta soluții pentru a lucra cu probleme reale datorită prezenței senzorilor și a dispozitivelor de acționare [3, 4]. Robotica Educaţională poate fi un instrument care ajută elevii şi profesorii să facă învățarea mai activă și elevii mai motivați [5]. În plus, Robotica Educaţională este considerată o modalitate care poate fi utilizată pentru a construi abilitățile necesare succesului în secolul 21 [6].

Școlile din întreaga lume folosesc Robotica Educaţională pentru a introduce diferite strategii de predare. Există două tipuri de roboţi: virtuali şi non-virtuali. Un exemplu de robot virtual celebru este aplicația Robomind care își propune să ofere educație legată de codificare [7-9]. Cea mai populară utilizare a roboticii non-virtuale adoptată în activitățile educaționale este de la robotica LEGO. Variații ale modelului utilizat de obicei, de ex. de la Evobot, NXT, RCX [3] și EV3 pentru elevii din ciclul gimnazial și adulți, LEGO WeDo, LEGO Duplo pentru preşcolari şi elevii din ciclul primar. Robotica poate fi aplicată în procesul educaţional a diferitelor discipline de studiu susținând extinderea programelor STEAM [10].

Dezvoltarea tehnologiilor digitale aduce noi oportunități, cerințe și provocări pentru elevi și profesori în secolul 21 [11]. Elevii de astăzi sunt inventatorii, factorii de decizie și rezolvătorii de probleme de mâine. Prin urmare, în ultimii ani, astfel de concepte ca STEAM, Robotică și codificare au fost promovate de către instituțiile de învățământ și alte organizații ca abilități care sunt la fel de semnificative și la fel de importante pentru toți elevii secolului 21 ca și alfabetizarea. Educația STEAM poate contribui semnificativ la dezvoltarea generală a elevilor şi promovează o atitudine pozitivă față de domeniul respectiv de studiu. Elevii de toate treptele de şcolarizare pot beneficia de învățarea metodologiei științifice de a pune întrebări și a observa pentru a înțelege lumea. Într-adevăr, pe măsură ce elevii învață despre știință, ei arată un interes academic mai mare pentru inginerie și discipline relative; prin abandonarea concepțiilor greșite conform cărora numai indivizii talentați pot urma o carieră în aceste domenii, elevii câștigă încredere în sine mai mare.

Activitățile de învățare prin jocuri oferă un mediu plăcut. Comportamentul jocului cu roboții oferă divertisment elevilor. Robotica Educaţională introduce în procesul de învățare scenarii de joc prin proiectarea și construirea de roboți împreună. Elevii au de obicei nevoie de mult timp pentru a construi roboți, așa că au nevoie de îndrumare de la profesor. Inițial, ei vor fi îndrumați în timpul procesului de învățare, dar treptat vor încerca să învețe independent [12]. Elevii pot pune întrebări profesorului și pot răspunde la întrebările profesorului ceea ce este o formă de interacțiune pozitivă găsită între profesor și elev, aceasta fiind una dintre formele de colaborare. Cooperarea și colaborarea au semnificații diferite. Robotica Educaţională este mai specifică colaborării. Activitățile de colaborare merg dincolo de cooperare, deoarece colaborarea este mai mult un proces de creare a elevilor ca gânditori creativi și rezolvatori de probleme, diferit de activitățile de cooperare care sunt doar pentru a atinge obiectivele. Colaborarea îi determină pe elevi să poată gândi prin diferite laturi.

Elevii din clasele mai mici încă nu cunosc elemente de programare. De obicei, elevii vor găsi inițial o provocare pentru a învăța. Mediul de programare pentru Robotica Educaţională îi poate face pe elevi să utilizeze instrumente de programare vizuală pentru a realiza activități de programare a robotului. Instrumentul îi ajută să învețe rapid fără a fi nevoie să învețe sintaxa complicată și apoi poate valida rezultatele programării care au fost făcute. Experiența utilizând în mod direct medii de programare pentru roboţi poate îmbunătăți abilitățile de gândire și, prin programare, introduce elevii în abilitățile lingvistice. Această abilitate se dezvoltă în gândirea computațională, care este o activitate de abstractizare a problemelor și găsește soluții care pot fi automatizate. Gândirea computațională este o abilitate generală pe care elevii se vor forma atunci când învață robotica. De asemenea, Robotica Educaţională îi antrenează pe elevi în abilități de lucru în echipă. Capacitatea de lucru în echipă este strâns legată cu abilități de comunicare. Apariția unei bune comunicări în grupuri va avea un impact asupra rezultatelor înalte ale învățării. Alte abilități dezvoltate în cadrul Roboticii Educaţionale pot fi văzute în figura 1.

Figura 1. Abilităţi dezvoltate prin intermediul Roboticii Educaţionale

Multe abordări de învățare pot fi aplicate în procesul de învățare a roboticii, cum ar fi învățarea prin descoperire, învățarea colaborativă, învățarea rezolvării problemelor, învățarea bazată pe proiecte, învățarea bazată pe competiție și învățarea prin cercetare. Învățarea roboticii va avea succes dacă elevii lucrează ca grupuri mici. Învățarea bazată pe proiecte are o abordare adecvată pentru a fi aplicată în învățarea roboticii, deoarece se potrivește caracteristicilor constructivismului. Combinarea Roboticii Educaționale cu un mediu de învățare bazat pe proiecte creează instrumente care pot motiva și antrena elevii în diverse activități care joacă un rol important în dobândirea și păstrarea cunoștințelor. După cum a afirmat Piaget, elevii își pot construi propriile concepte, cunoștințe și soluții la probleme prin experiența personală. Papert a adăugat că ar fi mai eficient dacă elevii ar putea dobândi cunoștințe manipulând obiecte sau construind obiecte. De când Papert a inițiat aplicarea

pentru prima dată a logo-ului în educație, utilizarea roboticii este tehnologia care devine din ce în ce mai populară în educație [13,14,15].

Robotica facilitează învățarea care se concentrează pe constructori și designeri, încurajează elevii să interacționeze cu provocările în rezolvarea problemelor. Învățarea utilizând robotica include de obicei activități de proiectare, construire și programare. Elevii care realizează roboți, proiectează modelzl de robot, apoi îl construiesc folosind piese mici de robot. Roboții vor funcționa după ce vor scrie codul cu ajutorul unui software specializat. Majoritatea roboților sunt utilizați în activități educaționale, deoarece componentele roboților LEGO constau din mai multe tipuri de piese de comandă, senzori, motoare și medii de programare vizuală.

Activitatea de învățare a roboticii schimbă rolul profesorilor și al elevilor. De obicei, profesorii transferă cunoștințele în mod tradițional (metoda prelegerii) către publicul pasiv, în timp ce prezența roboticii le oferă elevilor un rol mai activ, iar profesorii îi vor însoți învățând să folosească roboții.

Concluzii

S-a constatat că Robotica Educaţională adaugă valoare proceselor educaționale atunci când este încorporată în sălile de clasă: RE poate promova un mediu de colaborare, centrat pe elevi. Cu toate acestea, integrarea adecvată a RE în curriculum necesită un efort conștient și concertat pentru a proiecta activități adecvate fiecărei clase, pe baza celor mai recente cunoștințe despre dezvoltarea și particularităţile de vârstă ale elevilor [16, 17].

Este imperativ să menționăm că, înainte de a proiecta și introduce un curriculum integrat Robotică Educaţională - STEAM care să satisfacă în mod eficient nevoile elevilor, este esențial să înțelegem provocările complexe cu care se confruntă profesorii în practica lor zilnică de predare. Aceste provocări includ formare inadecvată, programe de învățământ stricte, metodologii defectuoase, conținut educațional limitat și lipsa infrastructurii. Pe măsură ce apar noi tehnologii, profesorii au nevoie de pregătirea adecvată pentru a afla despre noile forme de tehnologie educațională. În acest fel, ei pot integra în mod eficient tehnologia în instrucțiuni pentru a se asigura că învățarea elevilor este mai implicată în promovarea rezolvării problemelor, a gândirii critice și a colaborării, lărgind oportunitățile educaționale pentru elevi, independent de vârsta lor. Efectuarea acestei schimbări este o provocare considerabilă pentru mulți practicieni din educație, deoarece fiecare instrument necesită o înțelegere mai profundă a potențialului său pedagogic și a opțiunilor de desfășurare a clasei, precum și a facilităților necesare; acest lucru sugerează că există un decalaj semnificativ între capacitatea profesorilor de a utiliza tehnologia și utilizarea efectivă a tehnologiei. Profesorii au nevoie de formare suplimentară, mentorat și dezvoltare profesională pentru a adopta în mod eficient noi active și pentru a proiecta și implementa activități de cercetare folosind Robotica Educațională pentru învățarea STEAM. Având în vedere că autoeficacitatea profesorilor, credințele pedagogice și nevoia de dezvoltare profesională sunt factori cunoscuți

care le influențează motivația, comportamentul și strategiile de predare, acești factori ar trebui să fie elaborați și dezvoltați în programele de formare profesională continuă.

Articolul este elaborat în cadrul proiectului de finanțare instituțională cu cifrul 0150.0807.80010 și în cadrul laboratorului de Cercetare „Inteligența Artificială Creativă”.

Bibliografie

1. VIDAKIS, N.; BARIANOS, A.K.; TRAMPAS, A.M.; PAPADAKIS, S.; KALOGIANNAKIS, M.; VASSILAKIS, K. Generating Education In-Game Data: The Case of an Ancient Theatre Serious Game. In: *Proceedings of the 11th International Conference on Computer Supported Education* (CSEDU 2019), Heraklion, Greece, 2–4 May 2019; pp. 36–43.
2. VLASOPOULOU, M.; KALOGIANNAKIS, M.; SIFAKI, E. Investigating Teachers' Attitudes and Behavioral Intentions for the Impending Integration of STEM Education in Primary Schools. In: *Handbook of Research on Using Educational Robotics to Facilitate Student Learning.* IGI Global: Hershey, PA, USA, 2021; pp. 235–256.
3. EGUCHI, A. Educational Robotics for Promoting 21st Century Skills. In: *Journal of Automation Mobile Robotics and Intelligent Systems*, 2014. 8: p. 5-11.
4. BENITTI, F.B.V. Exploring The Educational Potential of Robotics in Schools: A Systematic Review. In: Computers and Education, 2012. 58: p. 978-988.
5. KHANLARI, A.; KIAIE, F.M. Using Robotics for STEM Education in Primary/Elementary Schools: Teachers' Perceptions. In: *10th International Conference on Computer Science and Education*, ICCSE. 2015.
6. KHANLARI, A. Effects of Robotics on 21st Century Skills. In: *European Scientific Journal*, 2013. 9: p. 26-36.
7. NOFITASARI, A.; YUANA, R.A.; MARYONO, D. The Use of Robomind Application in Problem Based Learning Model to Enhance the Student's Understanding on the Conceptual Programming Algorithm. In: IJIE (Indonesian Journal of Informatics Education), 2017. 1(1): p. 9-18.
8. YUANA, R.A., et al. Math Thematic Learning Through The Introduction of Basic Science-Based Programming Games Virtual Robot for High School Students. In: *Advanced Science Letters*, 2015. 21(7): p. 2235-2238.
9. YUANA, R.A.; MARYONO, D. Robomind Utilization to Improve Student Motivation and Concept in Learning Programming. In: *Proceeding of International Conference on Teacher Training and Education*, 2016.
10. GOH, H.; BILAL ALI, M.B. Robotics as A Tool to STEM Learning. In: *International Journal for Innovation Education and Research*, 2014. 2: p. 66-78.
11. *Digital Education Action Plan*. In 2021–2027: Resetting Education and Training for the Digital Age; European Commission: Brussels, Belgium, 2020.

12. KUCUK, S.; SISMAN, B. Behavioral Patterns of Elementary Students and Teachers in One-To-One Robotics Instruction. In: *Computers and Education*, 2017. 111: p. 31-43.
13. ALTIN, H.; PEDASTE, M. Learning Approaches to Applying Robotics in Science Education. In: *Journal of Baltic Science Education*, 2013. 12: p. 365-377.
14. SAVARD, A.; HIGHFIELD, K. Teachers' Talk About Robotics: Where is The Mathematics? In: *Mathematics Education Research Group of Australasia*, 2015: p. 540-546.
15. MCCLURE, E.R.; GUERNSEY, L.; CLEMENTS, D.H.; BALES, S.N.; NICHOLS, J.; MICHAEL, N.K.-T.; LEVINE, H. *STEM Starts Early: Grounding Science, Technology, Engineering, and Math. Education in Early Childhood*; Joan Ganz Cooney Center at Sesame Workshop: New York, NY, USA, 2017. Available online: http://www.joanganzcooneycenter.org (accesat la data 15 septembrie 2021).
16. CASEY, J.E.; PENNINGTON, L.K.; MIRELES, S.V. Technology Acceptance Model: Assessing Preservice Teachers' Acceptance of Floor Robots as a Useful Pedagogical Tool. In: *Technol. Knowl. Learn*. 2020, 1–16.

CZU: 37.016:371.314.6+37.036

STEAM-ПОДХОД В РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЕКТА «ЖЕНЩИНЫ В ИТ И КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ»

Виолетта БОГДАНОВА, докторант
Тираспольский Государственный Университет, Кишинэу
Оксана ГРАДИНАРЬ, докторант
Тираспольский Государственный Университет, Кишинэу
Елена ХМЕЛЬНИЦКАЯ, старший преподаватель кафедры «Информационные и электроэнергетические системы» БПФ ПГУ им. Т. Г. Шевченко, г. Бендеры

Аннотация. В статье описывается опыт применения STEAM подхода в реализации учебного проекта «Женщины в ИТ и кибербезопасности». Проект осуществлен он-лайн средствами создания презентаций Google с применением технологии создания QR- кодов.

Rezumat. Articolul descrie experiența utilizării abordării STEAM în implementarea proiectului de formare „Women in IT and Cybersecurity”. Proiectul a fost realizat on-line prin crearea prezentării Google și utilizarea tehnologiei de creare a codurilor QR.

Abstract. The article discusses the experience of using the STEAM approach in the implementation of the training project "Women in IT and Cybersecurity". The project was carried out on-line by means of creating Google presentations and using the technology of creating QR codes.

Ключевые слова: STEAM-подход, учебный проект, он-лайн презентации, креативность, критическое мышление, сотрудничество и коммуникация.

Cuvinte cheie: Abordare STEAM, proiect de instruire, prezentări online, creativitate, gândire critică, colaborare și comunicare.

Key words: STEAM approach, training project, online presentations, creativity, critical thinking, collaboration and communication.

1. Введение

Большинство школьников и студентов не стремятся выбрать карьеру в STEAM, и по прогнозам в ближайшем будущем на рынке труда не будет хватать специалистов из жизненно важных областей для экономического развития [2, с.7]. И все меньше девушек выбирают реальный профиль, боятся идти учиться на ИТ специальности, т.к. считают их слишком сложными. Часто девушки в старших классах начинают терять интерес к математике и выбирают потом образование в гуманитарной сфере.

В своем проекте в рамках среднего профессионального образования хотим показать девушкам-студенткам, что в сфере информационных технологий много успешных женщин и это позволит повысить для них привлекательность информационных специальностей. Более того, в современном, быстро меняющемся мире, растет важность стремления к получению образования в течение всей жизни – life long learning. Умеющие учиться люди, тем более в сфере информационных технологий, будут востребованы на рынке труда в век Цифровой экономики долгие годы вперед.

Участие во внеаудиторном проекте «Женщины в ИТ и кибербезопасности» помогают девушкам студенткам осознать возможности смены сферы профессиональной деятельности и развития своих информационных компетенций в любом возрасте.

В рамках методологии STEAM развиваются компетенции: креативность, критическое мышление, сотрудничество и коммуникация. Эти компетенции нужны в большинстве сфер деятельности в современном мире, но нет отдельного предмета в средней или профессиональной школе, на котором обучали бы этому. Междисциплинарный подход, применяемый в проектной деятельности обучающихся, является отличительной особенностью STEAM подхода в образовании.

2. Методология учебного проекта «Женщины в ИТ и кибербезопасности»

Возрастная категория: учащиеся и ученицы среднего и старшего возраста.

Цель: познакомить учащихся и учениц с известными именами женщин в области информатики, информационных технологий и информационной безопасности прошлого и настоящего, заинтересовать студенток этими областями, повлиять в дальнейшем на выбор профессии, помочь обучающимся понять важность информатики, информационных технологий и информационной безопасности, показать, что качество специалиста не зависит от его половой принадлежности.

Проект в [3; 4, с. 65] сформулирован как комплексная, уникальная, ограниченная во времени деятельность, направленная на достижение определенных целей через осуществление изменений. Таким образом, учебные проекты, как и проекты в любой другой сфере, отличаются от текущей деятельности следующими характеристиками:

1) создается уникальный продукт;
2) поставлена четкая цель;
3) ограничены сроки;
4) формируется команда из специалистов различных областей или компетенций.

Как мы видим, определение характеристик проекта находит свое отражение в подходах STEAM образования:

1) междисциплинарность;
2) практическое применение современных технологий;
3) комплексное изучение инженерных и естественно-научных дисциплин;
4) проектная форма организации учебного процесса

Наш проект «Женщины в ИТ и кибербезопасности» реализован на базе профессиональных учебных заведений г. Бендеры и г. Бельцы с помощью онлайн технологии создания презентаций Google Presentations.

В проекте по вовлечению студенток в мир ИТ применяется также современная технология QR-кода, с помощью которого можно зашифровывать небольшой текст или ссылку на сайт, видеоролик на YouTube, геолокация, электронная почта, страница профиля в социальных сетях, аудиофайл, книгу и тому подобное. С помощью QR-

кода пользователь получает быстрый доступ к закодированной информации. Его использование удобно, так как в небольшом изображении можно уместить большой объем данных – до двух страниц текста (4296 символа), а также его легко разместить на сайте или любой ровной поверхности.

3. Реализация учебного проекта «Женщины в ИТ и кибербезопасности»

Проект STEM презентации «Женщины в ИТ и кибербезопасности», реализованный средствами презентаций Google, расположен на по адресу: https://docs.google.com/presentation/d/1miK3Bwpmp-y7QZSF-vZIkxt_liE1CnKm07yxO3sKtgw/edit?usp=sharing (рис. 1).

Рис.1. QR код доступа к проекту «Женщины в ИТ и кибербезопасности»

Часть презентации подготовлена преподавателями. На некоторых слайдах в виде QR кода закодирована информация о женщинах, достигших успехов в области информатики, информационных технологий и информационной безопасности. QR коды размещены на каждой странице он-лайн презентации преподавателями. Студентам предлагается дополнить онлайн презентацию интересными сведениями, видеоматериалами по предложенным персонам, а также рассмотреть список представительниц ИТ и сферы информационной безопасности для дальнейшего исследования.

Ссылку на итоговую презентацию можно разместить на сайте учебного заведения, на личных сайтах и блогах, на полиграфической продукции учебного заведения, также используя QR код.

Привлечь к реализации проекта «Женщины в ИТ и кибербезопасности» можно преподавателей, студентов и их родителей. Такую презентацию допускается использовать в рамках профориентационной работы по привлечению в ИТ специальность будущих абитуриентов.

Формы возможного проведения учебного проекта:

- дистанционно с помощью Google Presentations;
- в рамках учебного процесса на практическом занятии;
- в рамках профориентационной работы в школе.

В учебном заведении может быть полиграфическим образом оформлен стенд на тему «Женщины в ИТ и кибербезопасности» также с применением QR-кодов.

Обучающиеся с удовольствием применяют смартфоны для расшифровки графических кодов (рис. 2).

Рис. 2. Экранные формы онлайн презентации проекта «Женщины в ИТ и кибербезопасности»

4. Выводы

Рассмотренный в статье STEAM-подход реализации учебного проекта, может быть распространен в любом виде аудиторной и внеаудиторной работы любого уровня образования. Учащиеся в рамках проекта развивают свои цифровые навыки, учатся сетевому взаимодействию, критическому осмыслению информации, творческому применению ИКТ. Повышается привлекательность обучения точным наукам и связанными с ними специальностям.

Библиография

1. BOGDANOVA, V.; KHMELNITSKAYA, E.; CHIRIAC, L. Some aspects about the application of distance technologies in professional education. In: *Acta Et Commentationes, Sciences of Education*. Chişinău, nr. 2(20), 2020. p.52-57.
2. CHIRIAC, L. Situația actuală și tendințele generale în studierea științelor reale. In: *Materialele Conferinței Republicane a Cadrelor DidacticeDidactica științelor exacte*. Vol. 1, 27-28 februarie 2021, Chişinău. pp. 6-11. ISBN 978-9975-76-324-0.
3. ȚÎBULEAC, M.; OLEDNIC, T. Implementation of nonformal methods in STEAM education. In: *Acta et Commentationes, Sciences of Education*, nr. 2(20), 2020. p. 96-105. ISSN 1857-0623.
4. БЕЛЯКОВ, Е.М.; ВОСКРЕСЕНСКАЯ, Н.М.; ИОФФЕ, А.Н. Проектная деятельность в образовании. В: *Проблемы современного образования*. 2011, №3. с. 62-67.

CZU: 378.147 :004

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕНТАЛЬНЫХ КАРТ С ПЕРСПЕКТИВЫ STEAM В ОБУЧЕНИИ БУДУЩИХ ЭКОНОМИСТОВ ОСНОВАМ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Виолетта БОГДАНОВА, докторант
Любомир КИРИАК, докт. хаб. физ.-мат. наук, профессор
Факультет Физики, Математики и Информационных Технологий
Тираспольский Государственный Университет, Молдова

Аннотация. В статье рассматривается технология визуализации учебной информации – ментальная карта, дидактические условия ее применения на практических занятиях, при организации самостоятельной работы и в проектной деятельности.

Rezumat. Articolul discută despre tehnologia vizualizării informațiilor educaționale - o hartă mentală, condiții didactice pentru utilizarea acesteia în clase practice, in organizarea lucru independent și în activități de proiect.

Abstract. In this article the technology of visualization of educational information - a mind map, didactic conditions for its use in practical classes, when organizing independent work and in project activities are discussed.

Ключевые слова: ментальная карта, навыки 4К, проектная деятельность, информационная безопасность.

Cuvinte cheie: hartă mentală, abilități 4K, activități de proiect, securitate informației.

Key words: mind map, 4K skills, project activities, information security.

1. Введение

Профессия экономиста за несколько веков заметно эволюционировала. Современный экономист должен хорошо знать математику, нормы права, особенности отрасли и предприятия, на котором работает. В инновационной экономике XXI века, из-за особой роли информационных технологий в ее развитии, работодатели при трудоустройстве экономических кадров предъявляют определенные требования к цифровой грамотности соискателей, а именно: владению техническими средствами сбора, передачи и обработки информации, знанию технических возможностей и правил эксплуатации оборудования, основ программирования и проектирования информационных систем, организационно-правовых и программно-технических способов защиты информации. Для эффективной профессиональной деятельности не менее важным становятся профессионально-личностные качества, к которым можно отнести: «инициативность; способность к образному представлению предметов, процессов и явлений; аналитическое и стратегическое мышление; умение быстро ориентироваться в окружающей обстановке; способность к анализу и систематизации большого количества информации; умение правильно и эффективно распределять время; умение предвидеть результат; умение работать в команде [6, с.34].

В условиях стремительной цифровизации экономики наблюдается повышение спроса на специалистов, обладающих навыками 4К: креативность, критическое мышление, коммуникация и кооперации. Эти компетенции удобно формировать с

помощью STEAM подхода, основанного на принципах междисциплинарности, практического применения современных технологий, комплексного изучения инженерных и естественно-научных дисциплин, проектной формы организации учебного процесса. Возрастает значимость совершенствования методики преподавания информационных дисциплин, необходимость применения инновационных подходов в образовании. На наш взгляд, одним из методов STEAM подхода в обучении студентов экономического направления для формирования необходимых профессионально-личностных навыков является применение ментальных карт в проектной деятельности в рамках аудиторной и внеаудиторной деятельности при изучении дисциплины «Информационная безопасность».

2. Методология

В данной статье поставлена цель раскрыть преимущества применения ментальных карт в проектной деятельности в образовательном процессе в контексте развитии креативности, критического мышления, навыков коммуникации и кооперации. Материалами в ходе написания представленной статьи послужили теоретические исследования в данной области, наблюдение, методы анализа и синтеза, личный опыт. В Республике Молдова ментальные карты эффективно применяются в учебном процессе, о чем свидетельствую работы лингвистов [1, 3-5, 9].

Ментальная карта (от англ. Mind map, Cognitive Map, Concept Map) является наглядным отображением исследуемой проблемы. Автор и популяризатор методики запоминания, творчества и организации мышления «карты ума (памяти)» является британский психолог Тони Бьюзен [2, с.157]. Существуют и другие названия: интеллект-карта, мыслительные карты, карты запоминания, карты памяти, ассоциативные карты, карты визуального мышления, карты ума, карты представлений и т. д. Техника составления ментальной карты подразумевает отображение изучаемого феномена, объекта или явления в центре, а его понятия, части, представления, процессы и любые другие составляющие или ассоциации в радиантном отображении, т. е. от центра к периферии. [8, с. 30; 11, с. 235].

3. Ментальные карты в образовательном процессе

Ментальная карта в качестве инструмента визуального представления информации представляет собой эффективный способ научиться чему-то новому, обсудить актуальную тему с обучающимися, найти решение поставленной задачи. Благодаря тому, что обучающиеся строят ментальную карту на основе порождаемой череды ассоциаций, развивается образное, систематическое и логическое мышление, запоминание одного объекта связывается с другими объектами. При таком подходе ученик становится активным участником образовательного процесса [8, с. 31].

Создание ментальных карт может использоваться в проектной деятельности, помогая обучающимся задействовать воображение, творческое и критическое мышление, повышать мотивацию, активизировать все виды памяти: зрительная, слуховая, механическая. Построение ментальных карт может проводиться в

индивидуальном порядке, в паре или в группе [10]. Основные принципы создания ментальных карт [7] представлены на рисунке 1.

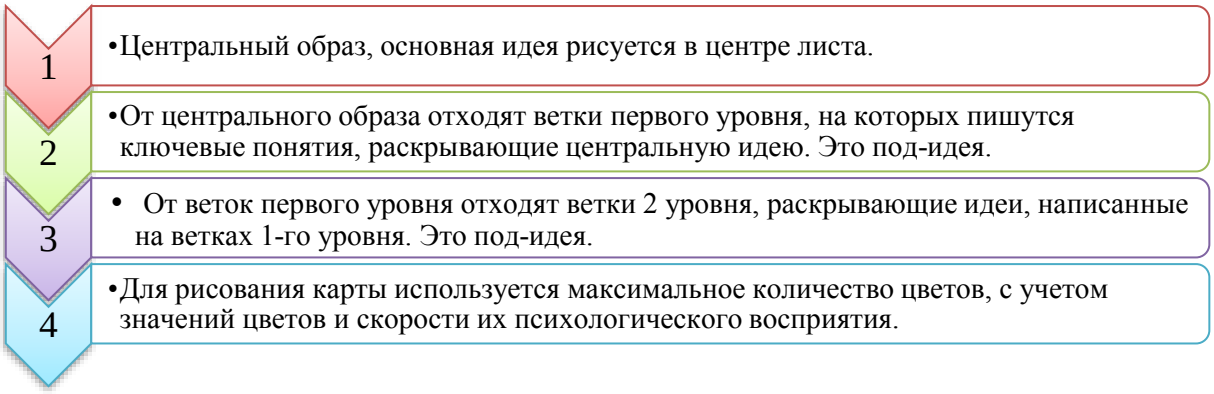


Рис. 1. Принципы создания ментальных карт

4. Ментальные карты при обучении информационной безопасности

При изучении теоретических основ информационной безопасности будущие экономисты сталкиваются со сложными для понимания студентами гуманитарной направленности техническими моментами. Ментальная карта, которую должен составить студент по конкретной тематике на аудиторном занятии или в ходе самостоятельной работы, становится эффективным инструментом понимания, запоминания и оценивания (рис. 2).

Рис. 2. Пример ментальной карты, созданной на практическом занятии

В рамках проектной деятельности, работая в группах, студенты составляют ментальные карты для представления результатов своих исследований. Визуализация требует определенной креативности и аналитичности мышления, необходимости выделения главной идеи и под-идей. Студентам также необходимо распределить обязанности и нести командную ответственность за результат.

Приведем фрагмент практического занятия по дисциплине «Информационная безопасность», содержащего элементы проектной деятельности в рамках STEAM подхода с использованием конструирования ментальной карты.

Тема практического занятия: «Каналы утечки информации».

Постановка проблемы. Известно, что существует множество каналов утечки информации: электромагнитный, радиочастотный, аудио-визуальный, социальный. На современном предприятии специалисты в области ИТ используют высокоэффективные физические, технические и программные средства защиты информации. Поэтому на

сегодняшний день одним из наиболее опасных является социальный канал утечки информации, т.е. через человека. Проблема обучения кадров предприятия основам защиты информации является сложной и практически неразрешимой без постоянного мониторинга данной проблемы и систематических обучающих практик. Существует ряд вопросов. Как защитить коммерческую информацию на предприятии от утечек по физическим каналам (радиочастотный, аудиовизуальный, электромагнитный)? По социальному каналу? Для того, чтобы ответить на поставленные вопросы, необходимо изучить существующие способы похищения информации на предприятии, определить эффективные средства защиты.

Цель работы: изучить существующие каналы утечки информации, выявить роль различных средств защиты в обеспечение информационной безопасности предприятия. Объект исследования: каналы утечки информации на предприятии.

План работы:

1) составить план исследования;
2) провести поиск и обработку информации по теме исследования;
3) распределить роли в команде и подготовить краткую характеристику по каждому возможному каналу утечки информации;
4) подобрать эффективные средства защиты от утечки информации;
5) подготовить ментальную карту;
6) представить ее сокурсникам;
7) обсудить и подвести итоги.

Пример организации проектной деятельности при организации самостоятельной работы будущих экономистов по дисциплине «Информационная безопасность». Необходимо сформировать две команды, каждой из которых предложить одну из междисциплинарных тем: «Разграничение прав доступа в экономической информационной системе» и «Анализ цифрового следа работника на предприятии». При исследовании данных тем студенты применяют знания, полученные при изучении дисциплин «Информационные системы в экономике», «Психология», «Организация производства». Студенты обсуждают план исследования, утверждают его у преподавателя, находят и анализируют материал, творчески его перерабатывают для подготовки ментальной карты.

Для повышения компьютерной грамотности будущих экономистов предлагается применять специализированного ПО или он-лайн сервисами (bubble.us, mindmaping.org, mindmeister.com, canva.com, xmind.net, draw.io, coggle.it и т.д.) для создания ментальной карты.

5. Выводы

Рассмотренная в статье методика применения ментальных карт в проектной деятельности в рамках STEAM-подхода помогает обучающимся развивать свои навыки владения информационными технологиями, работы в команде, публичных выступлений, критического анализа источников, генерирования идей в условиях

неопределенности, творческого потенциала и эстетического восприятия. Эти навыки помогают повысить конкурентоспособность будущего экономиста на рынке труда в любой сфере экономики.

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)", inclus în „Program de stat" (2020-2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20, cu suportul financiar oferit de Agenția Națională pentru Dezvoltare și Cercetare

Библиография

1. BOLGARI, N. Note-taking Strategies for Academic Success. In: *Probleme de filologie: aspecte teoretice şi practice*. 8.12.2017, Bălți: Indigo Color, 2018, pp. 40-47.
2. BUZAN, T. Use your memory. Book club associates, 1986. 177 p.
3. DUTOVA, L. Learning strategies. In: *Integrare prin cercetare si inovare. Științe sociale. Rezumate ale comunicărilor*. 8-9 noiembrie 2018, Ch: USM, 2018, p. 154-158.
4. OCINSCHI, V. „Harta minţii" – o metodă eficientă de însuşire a relaţiei atributive în ciclul gimnazial. I n:*Interuniversitaria*. Ediția VI-a/Volumul II, 29 octombrie 2011, Bălți: Universitatea de Stat „Alecu Russo" din Bălți, 2011, pp. 80-83.
5. SAVA, A. La carte heuristique – un outil pedagogique creatif. In: *Probleme ale științelor socioumanistice și modernizării învățământului*. № 22, Vol.4, 8-9 octombrie 2020. Chişinău: Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă‖, 2020, pp. 190-194.
6. АХМЕДОВА, С. Л. Требования к бакалавру-экономисту в рамках его способности использовать комплекс технических средств и информационных технологий в профессиональной деятельности. В: *Мир науки, культуры, образования*. №6 (67), 2017. ISSN 1991-5497. с. 33-35.
7. КЕЛДИБЕКОВА, А.О.; КУШБАК КЫЗЫ, Н. Ментальные карты в обучении математике, как метод развития критического мышления школьников. В: *International Journal of Humanities and Natural Sciences*, vol.7-1. с.53-57.
8. КУЛИКОВА, В. В. Ментальная карта как метод обучения. В*: Карельский научный журнал.* 2021. Т. 10. № 1(34).
9. КУРТЕВА, О. Ментальные карты как способ организации мышления студентов в технологии развития критического мышления через чтение и письмо. In: *Psihologie. Pedagogie Specială. Asistenţă Socială*, 2013. nr. 31, p. 12-16.
10. НОВИКОВА С.Г. Использование интеллект-карт на предметах гуманитарного цикла в школе. В: *Психолого-педагогический журнал Гаудеамус*, 2016. № 2. т. 15. с. 68-71
11. ПОГРЕБНОВА, А. Н. К вопросу об актуальности метода когнитивной визуализации и его применении к решению различных учебных задач в контексте высшей школы. В: *Pedagogical Journal*, 2017. Vol. 7. Is. 4A. с. 230-245.

CZU: 371.3:004

ИННОВАЦИОННЫЕ STEAM-ПРАКТИКИ ОБУЧЕНИЯ УЧАЩИХСЯ ПОСРЕДСТВОМ МОБИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Татьяна ВЕЛИКОВА, доктор педагогических наук, доцент
Комратский Государственный Университет

Rezumat. În acest articol, autorul se concentrează pe utilizarea aplicațiilor mobile în practica educației STEAM. Sunt oferite exemple de practici STEAM prin intermediul tehnologiilor mobile. În articol autorul analizează aplicațiile mobile, care pot contribui la implementarea practicilor inovatoare STEAM.

Abstract. In this article the author focuses on the use of mobile applications in the practice of STEAM education. The examples of STEAM-practices by means of mobile technologies are offered. In the article, the author analyzes mobile applications that can contribute to the implementation of innovative STEAM practices.

Keywords: STEAM, learning, mobile technology, students, applications, teacher.
Cuvinte cheie: STEAM, învățare, tehnologie mobilă, studenți, aplicații, profesor.

Введение

В последние десятилетия содержание школьного образования изменилось: усилилась практическая составляющая, набирает популярность STEAM-обучение. «Последняя технологическая революция в мире, получившая название Индустрии 4.0 меняет приоритеты образования. Один из приоритетов – развитие STEAM образования» [1]. Концепция образования STEAM с уклоном в технологии и привязкой к задачам реального мира получила развитие и в Республике Молдова. «Философия STEAM далеко ушла от устаревшей концепции обучения, когда учащиеся запоминают факты, а их знания проверяют с помощью тестов с проставлением оценок. STEAM способствует развитию важных свойств и навыков: комплексное понимание проблем, творческое мышление, инженерный подход, критическое мышление, понимание и применение научного метода, понимание основ проектирования» [3].

Сегодня становятся актуальными решения, которые позволяют осуществить STEAM - обучение посредством мобильных технологий. Мобильные технологии – это то, что сегодня интересует молодёжь и, безусловно, реализация STEAM – обучения через мобильные технологии будет актуальным направлением в ближайшей перспективе.

«Австралийские школы все чаще внедряют схемы «принеси свое собственное устройство». Исследователи факультета Гуманитарных и социальных наук разрабатывают в рамках трёхлетнего гранта передовую модель использования мобильных устройств в STEM - науке, технологиях, инженерии и математике - чтобы помочь учителям и учащимся максимально использовать новые технологии. Анализируются пользовательские интерфейсы и приложения для обучения STEM, а также сильные и слабые стороны других новых и появляющихся на рынке приложений» [8].

Методы исследования

Для реализации настоящего исследования использовались следующие методы: анализ, синтез, описание, сравнение, обобщение, тестирование мобильных приложений.

Результаты исследования

Анализ зарубежных практик STEAM образования позволил выявить приложения zSpace https://zspace.com. В республике Молдова нет возможностей оснастить кабинеты моноблоками и ноутбуками zSpace, которые превращают учебное пространство в лаборатории виртуальной реальности. Педагоги находятся в постоянном поиске альтернативных решений. Одно из таких решений – это использование мобильных технологий, которые могут помочь учителю осуществить STEAM обучение. Рассмотрим несколько STEAM-практик обучения учащихся посредством мобильных технологий.

Современный урок по физике в STEAM-среде можно организовать с использованием сенсоров смартфона и мобильных приложений для измерения физических величин. Уроки биологии можно провести с использованием STEM-подхода с применением мобильных приложений для определения растений.

Удачным решением для организации STEAM – обучения является использование мобильных приложений на базе дополненной реальности (AR - технология). Приложения дополненной реальности позволяют:

1. Лучше объяснить сложные и абстрактные понятия. Ученики лучше поймут концепцию, когда будут визуализировать ее. Особенно когда дело касается сложных тем, ученики будут учиться быстрее с помощью наглядных трехмерных моделей.
2. Повысить вовлеченность учащихся. AR обучение обеспечивает игровой подход к обучению, что делает уроки эмоциональнее. Это оказывает положительное влияние на учащихся и держит их вовлеченными.
3. Использовать инструменты, которые имеются в наличии, а именно - смартфон. Сегодня у большинства подростков есть смартфон.
4. Организовать практические занятия. Ученики могут выполнять практические упражнения без необходимости в физическом лабораторном оборудовании.
5. Обеспечить доступное обучение. С приложениями AR ученики могут учиться в любое время и в любом месте со своих смартфонов. Это лучший способ заменить бумажные книги, плакаты, огромные физические модели и т.д.

Дополненная реальность на уроках математики может помочь в визуализации геометрических трехмерных фигур. Данная технология предоставляет такие возможности, как перемещение, вращение, масштабирование 3D-моделей, рассмотрение их под любыми углами, соединение и разъединение виртуальных

объектов и изучение полученных результатов. В Google Play имеются приложения Paint 3D, которые можно использовать в этих целях.

Рассмотрим и другие мобильные приложения с поддержкой дополненной реальности.

AR Ruler. Приложение использует технологию дополненной реальности для измерения. Используя способность AR определять, где начинаются и заканчиваются трёхмерные объекты, можно измерить расстояние и легко отобразить его. AR-линейка также позволяет измерить углы, объём и площадь. Данное приложение может быть использовано для проведения экспериментов на уроке математики и сравнение результатов точными, математическими вычислениями (Рис.1). Приложение доступно на Android.

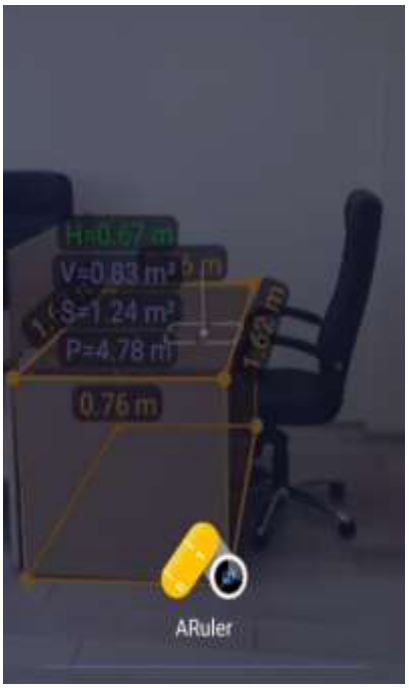


Рис. 1. Скриншот мобильного приложения AR Ruler

TeamViewer Pilot. Решение дополненной реальности TeamViewer Pilot позволяет учителю помочь удалённо ученику, при проведении эксперимента или решении задачи практического характера. С использованием TeamViewer Pilot можно подключиться к изображению с камеры мобильного устройства и передать его изображение на компьютер в режиме реального времени, при этом учитель может разговаривать с учеником и взаимодействовать с 3D-аннотациями, тем самым помочь ученику посредством мобильного устройства. Приложение позволяет устранить проблемы в реальном мире путем рисования и выделения на экране реальных объектов. Кроме этого, учитель может создать видеоурок, разместив 3D-стрелки. После записи видео, включая при желании закадровый голос, учитель может сохранить или напрямую поделиться видео с учеником. Чаще данное приложение рассматривается как корпоративное решение, но оно может быть удачным средством при организации

STEAM обучения в дистанционном формате, тогда, когда нужно помочь ученику в решении проблемной ситуации.

AR/VR Molecules Editor. «Мобильное приложение предназначено для визуализации пространственного 3D-представления молекул органических и неорганических соединений в школьном курсе химии с использованием очков виртуальной реальности Google CardBoard. Учащиеся могут конструировать модели молекул с одинарными, двойными и тройными связями, а также создавать модели циклических соединений. При наведении камеры мобильного устройства на формулу химического вещества, напечатанную на листе бумаги, ученик может наблюдать и изучать 3D-представление соответствующей молекулы в дополненной реальности. Режим AR в приложении реализован на основе подхода BYOD (Bring Your Own Device – «принеси свое собственное устройство»). Ученики используют на уроках свои смартфоны или планшеты» [4]. Таким образом данное мобильное приложение позволяет создавать 3D – модели молекулярных соединений в AR и VR. В случае, если очков виртуальной реальности Google CardBoard нет, использование данного приложения становится невозможным, но можно воспользоваться альтернативными решениями.

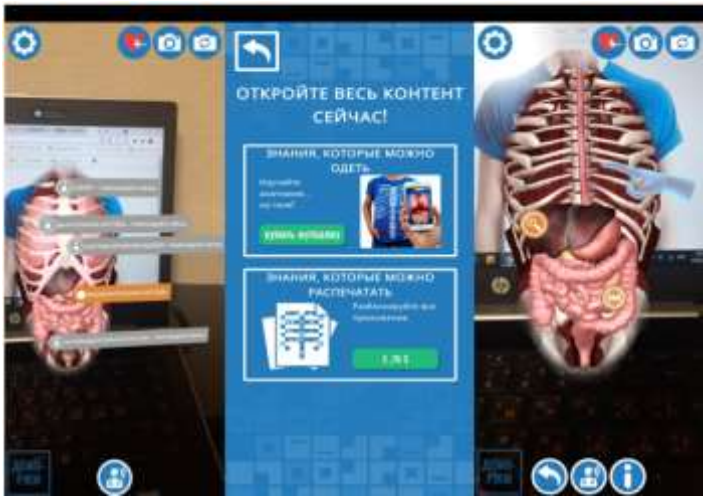


Рис. 2. Скриншоты приложения Virtuali-Tee

Google Lens. Направив фокус на какой-либо предмет или объект, приложение попытается его распознать. Если распознание прошло успешно, Google Lens выполнит поиск предмета в Google. Помимо этого, приложение может распознавать растения и многое другое, что будет полезно при изучении биологии.

Virtuali-Tee. Изучение анатомии превращается в легкое и увлекательное занятие, если использовать AR приложение Virtuali-Tee (Рис.2). Для работы приложения необходима специальная футболка, которая надевается на «объект изучения» - ученика. Приложение позволяет «проникнуть» внутрь организма и рассмотреть его строение, имеется анимированный гид. Приложение можно установить как на смартфон, так и на планшет, процесс получается одинаково захватывающим. Специальную футболку и плакат разработчик приложения предлагает приобрести.

Можно протестировать в демо-режиме работу приложения на сайте https://www.curiscope.com/pages/virtualitee_preview, но в полной, бесплатной версии приложения нет. Приложение можно разблокировать за 2,76$, футболка стоит 32,95$.

Quiver. Данное мобильное приложение содержит раскраски (маркеры) для изучения числа π с дополненной реальностью. Принцип работы с данным приложением очень прост. Необходимо распечатать раскраску (маркер), раскрасить его и инициировать анимацию изображения, превратив ее в трехмерную модель при помощи мобильного устройства.

Как отметили Раскина И. И., Курганова Н.А. в работе [2], главной проблемой внедрения AR-технологии в образовательный процесс на уроках математики и информатики является недостаточное количество готовых разработанных русскоязычных мультимедийных пособий и учебников. Данная проблема может быть решена, например, созданием собственных объектов дополненной реальности при изучении определенной темы при помощи специализированных программ, причем эти объекты могут быть разработаны как самим учителем, так и учениками на уроках информатики в рамках темы по созданию собственных объектов дополненной реальности, а именно 3D-моделей.

Используя мобильные устройства, ученики могут работать в Tinkercad https://www.tinkercad.com/. Бесплатная коллекция программных онлайн-инструментов может позволить ученикам думать, изобретать и создавать. Данный инструмент замечательно решает задачу STEAM – образования. «Tinkercad — это онлайн сервисов по 3D моделированию для начинающих. Сервис работает бесплатно и позволяет создавать ученикам огромное количество простых 3D объектов и электронных схем из большого числа заготовок, созданных как разработчиками программы, так и ее пользователями. Инструменты и интерфейс понятны и просты для школьников. Созданные модели автоматически сохраняются при каждом новом действии. Tinkercad позволяет осуществлять работу над проектами с разных девайсов сразу нескольким ученикам. Ученики могут создавать свои дизайны или редактировать готовые модели других пользователей Tinkercad, а также импортировать и редактировать модели из любых других программ в формате .stl, .obj and .svg. Из Tinkercad можно экспортировать модели для 3D печати, либо скачивать и распечатывать модели других пользователей. Tinkercad работает по принципу перетаскивания трехмерных фигур/форм на рабочую сетку и их последующего видоизменения. Для работы необходим Интернет» [7].

Выводы

По результатам исследования автор настоящей статьи рекомендует рассмотреть педагогам мобильные технологии под новым углом, которые могут помочь в реализации STEAM обучения в доуниверситетском образовании. Сегодня имеется возможность установить мобильное приложение по предмету, протестировать

самостоятельно, после чего внедрить на уроке. Если мобильное приложение не решило поставленную задачу в полной мере, можно остановить свой выбор на другом мобильном приложении. Мобильные приложения позволяют организовать STEAM обучение в любом месте в любое время: на школьной площадке, в парке, в классе. Перед учителем стоит непростая, но нужная задача – научиться создавать собственные объекты дополненной реальности при помощи специализированных программ и привлекать к их созданию учащихся. Актуальными остаются разработка электронных учебников с дополненной реальностью, анализ мобильных приложений, поддерживающих STEAM – образование. В методологические рекомендации по организации учебного процесса по школьным дисциплинам [7] необходимо включать и список мобильных приложений, которые позволяют осуществить STEAM – обучение. Автор настоящей статьи сделал попытку обозначить направление, которое будет интересным в ближайшей перспективе как педагогическому, так и научному сообществу.

Библиография

1. АНИСИМОВА, Т.И.; ШАТУНОВА, О.В.; САБИРОВА Ф.М. STEAM-образование как инновационная технология для Индустрии 4.0. В: *Научный диалог*, 2018. № 11. с. 322—332. DOI: 10.24224/2227-1295-2018-11-322-332.
2. РАСКИНА, И. И.; КУРГАНОВА, Н.А. *Использование мобильных устройств на уроках математики и информатики* http://news.scienceland.ru/2019/04/21/3006/
3. Образование: STEM и STEAM – добавьте немного творчества к науке! https://innovationhouse.org.ua/ru/statti/obrazovanie-stem-i-steam-dobavte-nemnogo-tvorchestva-k-nauke
4. 15 VR-и AR-приложений для школ: обзор российского рынка https://vc.ru/education/107661-15-vr-i-ar-prilozheniy-dlya-shkol-obzor-rossiyskogo-rynka
5. Топ-25 приложений дополненной реальности в 2020 году https://vc.ru/design/176768-top-25-prilozheniy-dopolnennoy-realnosti-v-2020-godu
6. Лучшие приложения дополненной реальности https://homido.ru/news/luchshie-prilozheniya-dopolnennoy-realnosti/
7. Обучение Tinkercad https://www.qbed.space/knowledge/blog/tinkercad-for-beginners-part-1#AboutTinkercad
8. Harnessing mobile technologies in STEM teaching https://www.uts.edu.au/research-and-teaching/our-research/social-futures/our-research/harnessing-mobile-technologies-stem-teaching
9. Методологические ориентиры по организации учебного процесса по школьной дисциплине математика в 2021-2022 учебном году. Кишинэу, 2021 https://mecc.gov.md/sites/default/files/11.1_repere_metod_matem_ru_mod_2021-2022_27_09_final_f.pdf

CZU: 371.3:004

МЕТОДОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ SPRING ПРИЛОЖЕНИЙ

Ольга ЧЕРБУ, доктор физико-математических наук, доцент
Государственный университет Молдовы
Юрий СТАРЕНКО, студент
Андрей БОРОДАЙ, студент
Штефан БОБЛИК, студент
Центр передового опыта в области информатики и информационных технологий

Резюме. Spring Framework — универсальный фреймворк с открытым исходным кодом для Java-платформы. Spring обеспечивает решения многих задач, с которыми сталкиваются Java-разработчики и организации, которые хотят создать информационную систему, основанную на платформе Java. Spring может быть рассмотрен как коллекция меньших фреймворков или фреймворков во фреймворке. Большинство этих фреймворков может работать независимо друг от друга, однако они обеспечивают большую функциональность при совместном их использовании.

Abstract. Spring Framework is an open source general purpose framework for the Java platform. Spring provides solutions to many of the challenges faced by Java developers and organizations looking to build an information system based on the Java platform. Spring can be thought of as a collection of smaller frameworks or frameworks in a framework. Most of these frameworks can work independently of each other, however they provide more functionality when used together.

Ключевые слова: spring, bean, maven.
Keywords: spring, bean, maven.

Вступление

Spring Framework (или коротко Spring) — универсальный фреймворк с открытым исходным кодом для Java-платформы. Spring обеспечивает решения многих задач, с которыми сталкиваются Java-разработчики и организации, которые хотят создать информационную систему, основанную на платформе Java [1], [2].

В процессе создания такого рода приложений необходимо сначала работать с Maven-ом, с целью подключения зависимостей. Сначала мы создаем Maven проект из архетипа maven-archetype-webapp.Этот архетип помогает нам создать проект с уже готовыми необходимыми папками. Прописываем зависимости в конфигурационном файле Pom.xml.Этими зависимостями будут: Spring Context, Spring Core, Spring Beans.Фреймворк Spring состоит из нескольких модулей, IOC Container, AOP, DAO, Context, ORM, WEB MVC.

Применяемые методы и материалы

Мóдуль — функционально законченный фрагмент программы. Во многих языках (но далеко не обязательно) оформляется в виде отдельного файла с исходным кодом или поименованной непрерывной её части. Некоторые языки предусматривают объединение модулей в пакеты.

Spring может быть рассмотрен как коллекция меньших фреймворков или фреймворков во фреймворке. Большинство этих фреймворков может работать независимо друг от друга, однако они обеспечивают большую функциональность при совместном их использовании.

Модуль IOC делает код слабосвязанным. В таком случае нет необходимости изменять код, если наша логика переносится в новую среду. В среде Spring за внедрение зависимости отвечает контейнер IOC. Мы предоставляем метаданные контейнеру IOC в виде файла XML или аннотации.

Преимущество внедрения зависимостей: делает код слабо связанным настолько простым в обслуживании, упрощает тестирование кода.

Модуль АОП поддерживает реализацию аспектно-ориентированного программирования, который вы можете использовать для отделения кода.

Стандарт объекта доступа к данным (DAO) — это структурный шаблон, который позволяет нам изолировать уровень приложения / логики от уровня сохраняемости (обычно это реляционная база данных, но это может быть любой другой механизм сохраняемости) с помощью абстрактного API. Функциональность этого API заключается в том, чтобы скрыть от приложения все сложности, связанные с выполнением операций CRUD в базовом механизме хранения. Это позволяет обоим слоям развиваться отдельно, ничего не зная друг о друге.

Контекст приложения Spring, которые отвечают за создание экземпляров, настройку и сборку bean-компонентов путем чтения метаданных конфигурации из XML, аннотаций Java и / или кода Java в файлах конфигурации.

Spring предоставляет API для простой интеграции Spring с такими фреймворками ORM, как Hibernate, JPA (Java Persistence API), JDO (Java Data Objects), Oracle Toplink и iBATIS [4].

API Java Persistence спецификация API Java EE, предоставляет возможность сохранять в удобном виде Java-объекты в базе данных

Hibernate — это ORM-библиотека для Java, разработанная Гэвином Кингом и выпущенная в начале 2002 года. Кинг разработал Hibernate как альтернативу entity-компонентам для обеспечения устойчивости. Фреймворк был настолько популярен и настолько востребован в то время, что многие из его идей были приняты и кодифицированы в первой спецификации JPA.

Структура Spring Web model-view-controller (MVC) разработана на основе DispatcherServlet, который отправляет запросы обработчикам, с настраиваемыми сопоставлениями обработчиков, разрешением представления, языковым стандартом и разрешением темы, а также поддержкой загрузки файлов. Обработчик по умолчанию основан на аннотациях @Controller и @RequestMapping, предлагая широкий спектр гибких методов обработки. С появлением Spring 3.0 механизм @Controller также

позволяет создавать веб-сайты и приложения RESTful с помощью аннотации @PathVariable и других функций.

В Spring Web MVC вам не нужно реализовывать специфичный для платформы интерфейс или базовый класс [3]. Связывание данных Spring очень гибкое: например, он рассматривает несоответствие типов как ошибки проверки, которые могут быть оценены приложением, а не как системные ошибки. Таким образом, вам не нужно дублировать свойства бизнес-объектов в виде простых, нетипизированных строк в объектах формы для обработки недопустимых отправлений или для правильного преобразования строк. Вместо этого часто предпочтительнее выполнять прямую привязку к бизнес-объектам.

Полученные результаты

Как создать Spring приложение:

1) Создаем Maven проект.Добавляем архетип maven-archetype-webapp.Данный архетип генерирует структуру проекта по файлам.

`maven-archetype-webapp` is an archetype which generates a sample Maven webapp project:

```
1. project
2. |-- pom.xml
3. `-- src
4.     `-- main
5.         `-- webapp
6.             |-- WEB-INF
7.             |   `-- web.xml
8.             `-- index.jsp
```

Подключаем зависимости в файле pom.xml. Нам нужны: Spring Beans,Sprint Context, Spring Core.Далее мавен попросит установить все зависимости и мы будем готовы к работе.

```
<dependency>
  <groupId>org.springframework</groupId>
  <artifactId>spring-core</artifactId>
  <version>5.3.9</version>
</dependency>

<!-- https://mvnrepository.com/artifact/org.springframework/spring-beans -->
<dependency>
  <groupId>org.springframework</groupId>
  <artifactId>spring-beans</artifactId>
  <version>5.3.9</version>
</dependency>

<!-- https://mvnrepository.com/artifact/org.springframework/spring-context -->
<dependency>
  <groupId>org.springframework</groupId>
  <artifactId>spring-context</artifactId>
  <version>5.3.9</version>
</dependency>
```

Рис. 1. Maven

2) Создаем папку resources.Помечаем ее типом resources в IDE.

3) Создаем папку джава и помечаем ее как Source Root.

4) Создаем обычный класс в папке джава, например TestBean.

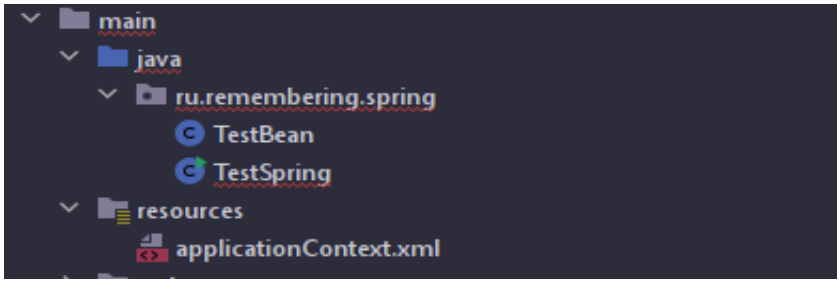


Рис. 2. Classes

5) Создем конструктор + сеттеры и геттеры.

```
package ru.remembering.spring;

public class TestBean {
    private String name;

    public TestBean(String name) {
        this.name = name;
    }

    public String getName() {
        return name;
    }

    public void setName(String name) {
        this.name = name;
    }
}
```

Рис. 3. Class TestBean

6) В папке ресурсов мы создаем applicationConfig.xml.

```
<bean                                                    id="testBean"
      class="ru.remembering.spring.TestBean">
    <!--<constructor-arg> - указывает Spring'у что Spring container должен
искать зависимости в конструкторе класса, определенный в атрибуте бина.--
>
    <constructor-arg                                     value="CEITI"/>
</bean>
```

Рис. 4. applicationConfig.xml

7) В нем мы прописываем “путь к классу” TestBean.Тем самым мы связываем класс тестбин и класс ТестСпринг.

8) Создаем клссс тестспринг (Рис. 5).

Выводы

Модуль IOC делает код слабосвязанным. В таком случае нет необходимости изменять код, если наша логика переносится в новую среду. В среде Spring за внедрение зависимости отвечает контейнер IOC. Мы предоставляем метаданные контейнеру IOC в виде файла XML или аннотации. Преимущество внедрения зависимостей: делает код слабо связанным настолько простым в обслуживании, упрощает тестирование кода.

```java
package ru.remembering.spring;

import
org.springframework.context.support.ClassPathXmlApplicationContext;

public class TestSpring {
    public static void main(String[] args) {
        ClassPathXmlApplicationContext context = new
ClassPathXmlApplicationContext(
                "applicationContext.xml"
        );
        //Эта строка связывает Main класс с .xml файлом, в котором
описаны наши бины.
        // Передаваемое в конструктор значение должен совпадать с именем
.xml файла. (В нашем случае applicationContext.xml).

       TestBean testBean = context.getBean("testBean", TestBean.class);
       // Указывает, что мы хотим получить бин (объект) класса TestBean.
Первый аргумент указывает на id бина который мы написали в xml файле.
        // Второй аргумент указывает на класс с которым хотим связаться.
Этот процесс называется рефлексией.
        System.out.println(testBean.getName());

        context.close();//Контекст всегда должен закрываться
    }

}
```

Рис. 5. Class TestSpring

Библиография

1. Spring Framework Documentation (Accessed on 06.09.2021) https://docs.spring.io/spring-framework/docs/3.0.x/spring-framework-reference/html/orm.htm.
2. Spring Boot Tutorial (Accessed on 06.09.2021) https://www.javatpoint.com/spring-boot-tutorial
3. Introduction to Spring Web MVC framework (Accessed on 06.09.2021) https://docs.spring.io/spring-framework/docs/3.2.x/spring-framework-reference/html/mvc.html
4. JPA и спящий режим (Accessed on 06.09.2021) https://ru.realiventblog.com/18-what-is-jpa-introduction-to-the-java-persistence-api