

CZU: 37.022:004

DOI: 10.36120/2587-3636.v34i4.54-65

## **PROCESUL DE FORMARE ȘI DEZVOLTARE A GÂNDIRII COMPUTAȚIONALE ȘI DE IMPLEMENTARE A ACTIVITĂȚILOR STEM: PUNCTUL DE VEDERE AL CADRELOR DIDACTICE PREUNIVERSITARE**

**Inna DONOS**, doctorandă, Școala Doctorală Științe ale Educației

<https://orcid.org/0000-0002-6136-7960>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău

**Rezumat.** În articol este realizată o analiză a procesului de formare și dezvoltare a gândirii computaționale și de implementare a proiectelor STEM în învățământul general din Republica Moldova în baza unui chestionar administrat unui eșantion de 126 cadre didactice. Răspunsurile obținute reflectă experiența didactică, nivelul de pregătire al cadrelor didactice pentru realizarea proiectelor STEM și gradul de familiarizare cu noțiunea de gândire computațională. S-a constatat că majoritatea profesorilor implementează proiecte STEM, însă au nevoie de o formare suplimentară în acest domeniu. Cadrele didactice confirmă importanța formării și dezvoltării la elevi a gândirii computaționale și a unui set de competențe pe care aceștia ar trebui să le dețină. În final sunt formulate sugestiile pentru îmbunătățirea pregătirii cadrelor didactice și implementarea conceptului de gândire computațională în învățământ.

**Cuvinte-cheie:** chestionar, gândire computațională, proiecte STEM, învățământ general.

## **THE PROCESS OF TRAINING AND DEVELOPMENT OF COMPUTATIONAL THINKING AND IMPLEMENTATION OF STEM ACTIVITIES: THE POINT OF VIEW OF PRE-UNIVERSITY TEACHERS**

**Abstract.** Studying the 126 teachers' didactic cases from different parts of Moldova and different educational levels. The questionnaire reflects teaching experience, level of preparation for STEM projects and familiarity with the notion of computational thinking. The results of the questionnaire indicate the fact that most teachers implement STEM projects, nevertheless additional training in this area is needed. Teachers confirm the importance of computational thinking and consider it foremost to contribute to the development of a set of skills that students should possess. The conclusions offer suggestions for enhancing teacher training and implementing the concept of computational thinking in education.

**Key words:** questionnaire, computational thinking, STEM projects, general education.

### **Introducere**

Curriculumul disciplinar la informatică din Republica Moldova prevede, în mod explicit, două scopuri: (a) formarea și dezvoltarea gândirii algoritmice; (b) formarea culturii informaționale și, în mod implicit – dezvoltarea competenței TIC. Cercetările din ultimele decenii au scos în evidență încă un scop important al cursului școlar de informatică – formarea gândirii computaționale, considerată de Comisia Europeană drept o abilitate fundamentală în sec. XXI [3].

Paradigma gândirii computaționale se referă la un mod specific de abordare a rezolvării problemelor, care se bazează pe principii și concepte din domeniul informaticii. Această gândire se bazează pe abordarea sistematică și structurată a problemelor [7].

În cadrul proiectului de cercetare „Mijloace de formare și dezvoltare la elevi a gândirii computaționale în baza concepției STEM” a fost inițiat un chestionar de evaluare a situației actuale în domeniul formării gândirii computaționale.

Scopul acestui chestionar este de a colecta informații despre modul în care profesorii din domeniul STEM integrează exercițiile de gândire computațională în activitățile lor didactice și de a evalua gradul de implementare a proiectelor STEM în mediul educațional. Prin această analiză, ne propunem să identificăm practicile de succes și provocările în promovarea proiectelor STEM.

Chestionarul abordează aspecte precum experiența didactică, conștientizarea gândirii computaționale, experiența în implementarea proiectelor STEM și disponibilitatea pentru formare suplimentară.

Analiza rezultatelor acestui chestionar va oferi o perspectivă detaliată asupra situației actuale din domeniul gândirii computaționale și a implementării proiectelor STEM în învățământul general. Aceste informații vor fi utilizate pentru modelarea direcțiilor strategice în promovarea gândirii computaționale în educație în baza concepției STEM.

### **Descrierea chestionarului**

Relevanța și eficacitatea chestionarului a fost evaluată de colegi – cadre didactice cu experiență și validat pe un micro eșantion de 5 profesori ce predau discipline reale. Completarea chestionarului s-a realizat în format electronic, s-a propus pentru completare anonimă în comunitățile profesorilor formate de către Centrul Național de Inovații Digitale „Clasa Viitorului”.

Formularul propus spre completare este compus din 19 întrebări divizate în 3 secțiuni.

Prima secțiune colectează informații despre respondenți: detalii despre unitatea școlară și disciplinele predate, gradul didactic, experiența și localitatea în care aceștia își desfășoară activitatea.

A doua secțiune a chestionarului se referă la implementarea proiectelor STEM. În acest segment al chestionarului, profesorii împărtășesc experiențele lor despre pregătirea și promovarea proiectelor STEM în cadrul activităților la lecție, cu un accent suplimentar pe gândirea computațională.

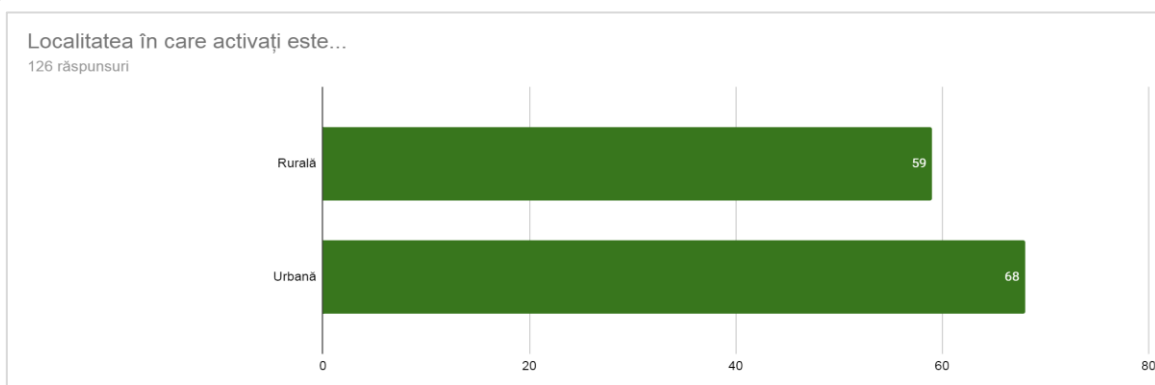
A treia secțiune a chestionarului este dedicată gândirii computaționale. Întrebările din această secțiune se axează pe înțelegerea și utilizarea gândirii computaționale în cadrul procesului instructiv-educativ. Profesorii sunt încurajați să împărtășească opinii și experiențe, identificând aspectele-cheie și provocările întâmpinate în integrarea gândirii computaționale în metodele lor de predare.

Acest studiu oferă un tablou detaliat experiențelor didactice ale profesorilor din comunitatea Clasei Viitorului în domeniul STEM, cu un accent special pe gândirea

computațională, contribuind astfel la evidențierea și formularea concluziilor pentru formarea și dezvoltarea gândirii computaționale la elevi.

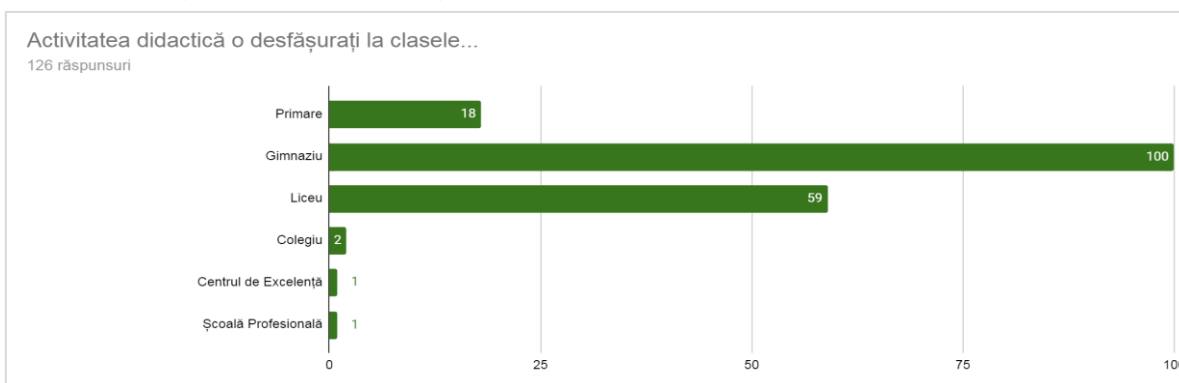
### Analiza rezultatelor chestionarului

La completarea chestionarului au contribuit 126 de profesori, dintre care 59 din localități rurale, 68 din localități urbane, și un cadru didactic a ales să selecteze ambele opțiuni (fig. 1).



**Figura 1. Repartizarea respondenților pe localități**

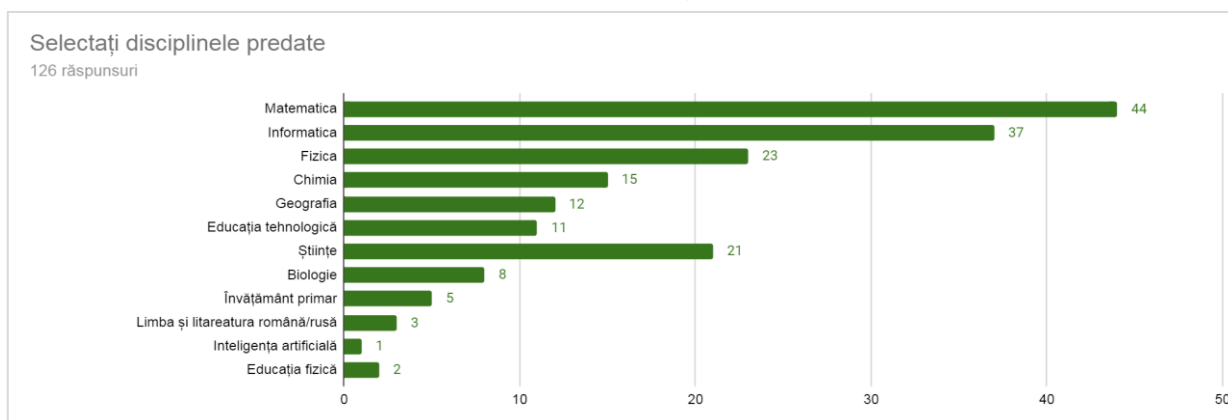
Respondenții profesesc în școala primară (14%), gimnaziu (79%) și liceu (47%). 40% dintre respondenți au menționat că activează la treapta gimnazială și cea liceală concomitent (fig. 2). De asemenea, sunt profesori care predau în colegiu, școli profesionale și în cadrul unui Centru de Excelență. Diversitatea experiențelor respondenților în ceea ce ține de tipologia instituțiilor în care activează, oferă o bună reprezentativitate chestionarului și a rezultatelor obținute.



**Figura 2. Repartizarea respondenților conform treptelor de școlarizare**

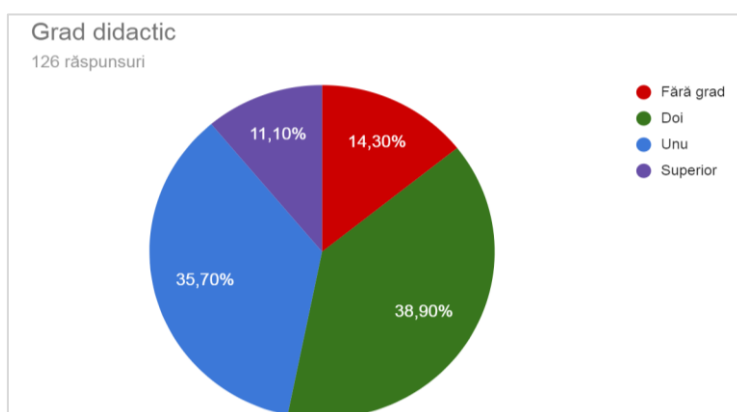
La analiza disciplinelor predate de către participanți (fig. 3) observăm o rată mare a pedagogilor specializați în predarea cursurilor de matematică și informatică (66%). Este important să evidențiem includerea disciplinelor de robotică și inteligență artificială în chestionar. Profesorii specializați în științe, precum biologie, fizică și chimie, au adus o contribuție semnificativă la acest chestionar, reprezentând o pondere de 64% din totalul participanților. Învățătorii din învățământul primar reprezintă 4% din totalul participanților în sondaj. Chiar dacă profesorii de limba și literatura română, educație pentru societate și

educație fizică au prezență numerică mai mică, de doar 3%, în contextul acestui sondaj, aceste cadre didactice aduc o perspectivă valoroasă, care completează și îmbogățește informațiile cercetate. Deși nu constituie grupul-țintă principal al studiului, contribuția lor adaugă o dimensiune importantă peisajului educațional general.



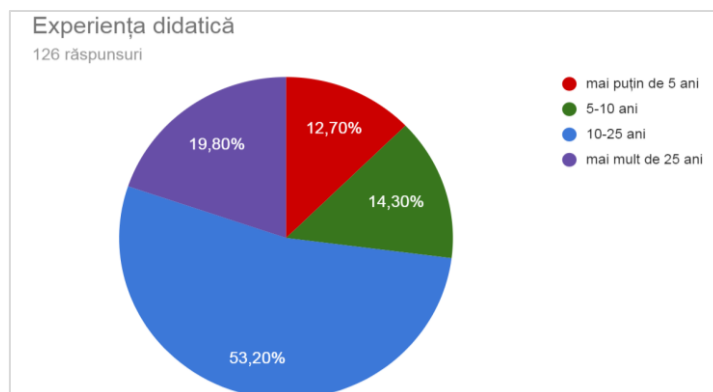
**Figura 3. Repartizarea respondenților conform disciplinelor predate**

Majoritatea respondenților la chestionar au grad didactic I și II (fig. 4). Aproximativ 11% dintre participanți au grad didactic superior, 36% - gradul I, 39% - gradul II, iar 14% nu au grad didactic.



**Figura 4. Repartizarea respondenților după grad didactic**

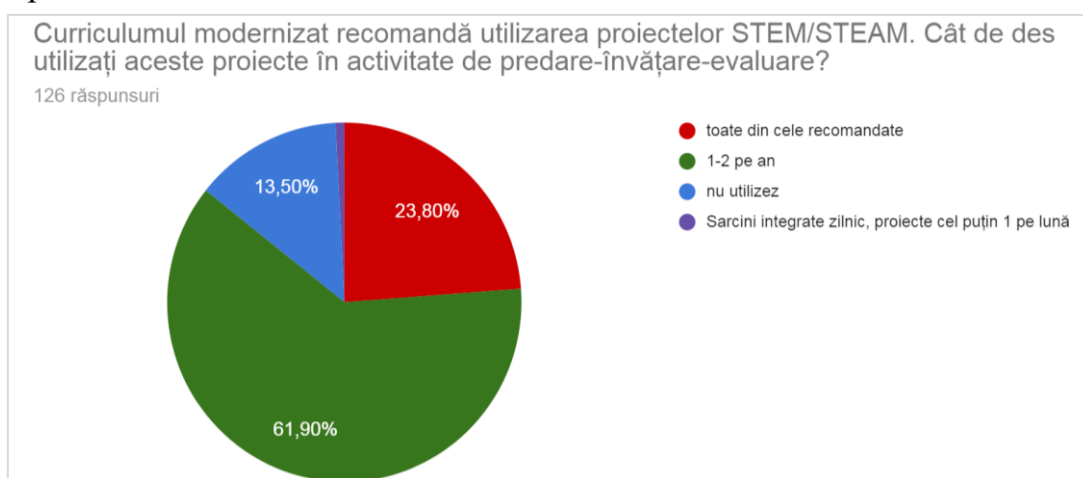
În ceea ce privește experiența didactică (fig. 5), 20% dintre respondenți au o experiență de peste 25 de ani, 53% între 10 și 25 de ani, 14% între 5 și 10 ani, iar 13% mai puțin de 5 ani.



**Figura 5. Repartizarea respondenților după stagiul didactic**

Această diversitate adaugă o dimensiune valoroasă la peisajul educațional, reflectând contribuțiile unice ale fiecărui cadru didactic în funcție de gradul și nivelul său de experiență.

Analiza răspunsurilor privind nivelul de pregătire a cadrelor didactice pentru realizarea proiectelor STEM (fig. 6) și implementarea lor pe parcursul anului de studii permite să constatăm următoarele. Majoritatea respondenților (62%) declară că utilizează proiecte STEM în activitatea de predare-învățare-evaluare cu o frecvență de 1-2 proiecte pe an. Un grup semnificativ (24%) afirmă că reușesc să implementeze toate proiectele recomandate în curriculum. Există și 14% dintre respondenți care nu utilizează proiecte STEM, iar o singură persoană menționează utilizarea sarcinilor zilnice și a unui proiect STEM pe lună.



**Figura 6. Frecvența de realizare a proiectelor STEM**

Referitor la nivelul de pregătire (fig. 7), aproximativ un sfert dintre cadrele didactice (23%) se consideră pregătite pentru utilizarea proiectelor STEM și pentru integrarea lor în procesul educațional, 68% afirmă că dețin noțiuni de bază, dar ar dori să participe la activități de formare în acest domeniu. Un grup mai mic de cadre didactice, aproximativ de 8%, declară că nu au pregătirea necesară.



**Figura 7. Nivelul de pregătire pentru realizarea proiectelor STEM**

În concluzie, există o prezență semnificativă a cadrelor didactice care utilizează proiecte STEM și care se consideră pregătite pentru această metodă de predare. Cu toate acestea, există, totodată, necesități de formare suplimentară, în special pentru cei care doresc să-și consolideze cunoștințele de bază în domeniul STEM.

Analizând răspunsurile la întrebarea: „Dacă ați participa la o activitate de împărtășire a bunelor practici, ce metode sau exemple ați propune colegilor pentru implementarea cu succes a proiectelor STEM?” concluzionăm:

- Persoane care au menționat proiecte concrete sunt destul de puține, doar 18 respondenți au evidențiat proiectele pe care le-au implementat sau pe care le-ar recomanda altora.
- Majoritatea participanților - 108 nu au furnizat exemple ale proiectelor STEM pe care le-au implementat sau la care au participat, dar au oferit în schimb sugestii generale, metode sau dorințe de a afla mai multe despre implementarea proiectelor STEM.

Cu siguranță, există diverse motive pentru reticența cadrelor didactice în a scrie despre propriile experiențe în cadrul cercetării. Însă, introducerea unui focus grup poate oferi un mediu mai prietenos și interactiv, facilitând împărtășirea liberă a experiențelor. Dialogul direct și schimbul de idei în cadrul unui focus grup pot reprezenta stimulente puternice pentru participanți, determinându-i să se implice și să împărtășească informații.

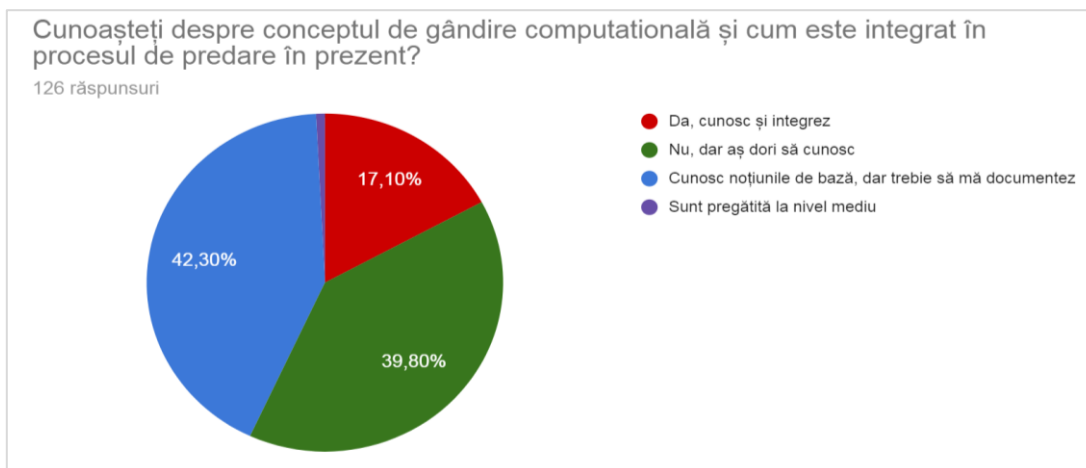
Unul dintre factorii posibili care contribuie la absența contribuțiilor scrise poate fi lipsa unor experiențe semnificative sau relevante pentru subiectul cercetării în rândul unor cadre didactice.

De asemenea, există posibilitatea ca unele cadre didactice să creadă că propriile lor experiențe nu aduc o contribuție semnificativă la cercetare sau că subiectul cercetării nu este relevant pentru domeniul lor de interese. Această percepție poate descuraja participarea lor în formă scrisă.

Fiecare cadru didactic poate avea preferințe și niveluri diferite de confort în exprimarea propriilor experiențe; adăugarea unui focus grup la metodologia de cercetare ar putea fi o abordare utilă.

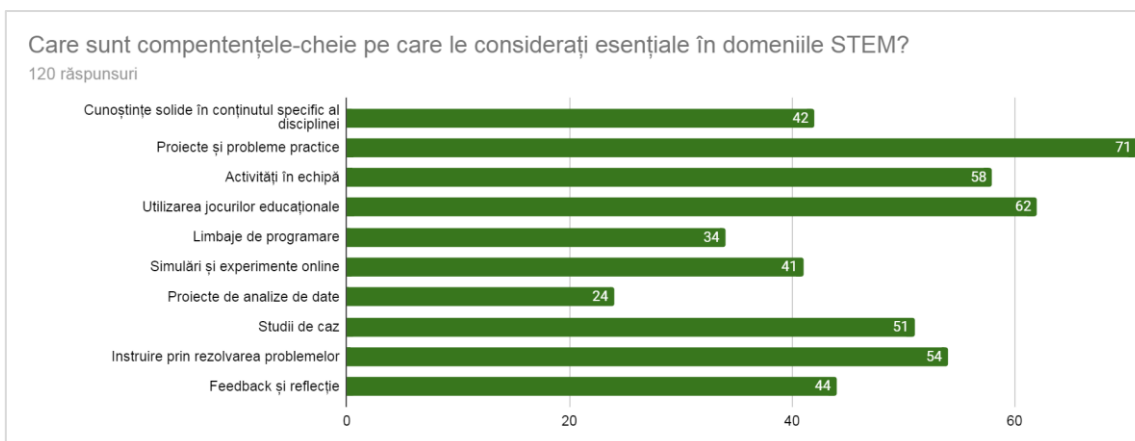
Analizând distribuția răspunsurilor la întrebarea „Cunoașteți despre conceptul de gândire computațională și cum este integrat în procesul de predare în prezent?” (fig. 8), observăm o diversitate în nivelurile de familiarizare și integrare a gândirii computaționale în procesul de predare. Astfel, 40% dintre participanți declară că nu sunt familiarizați cu acest concept, dar spun că doresc să-l cunoască. În schimb, 17% afirmă că nu numai că îl cunosc, dar îl integrează deja în activitatea lor didactică. De asemenea, 43% recunosc că au o înțelegere de bază a gândirii computaționale, dar doresc să-și completeze cunoștințele prin documentare suplimentară. De remarcat că nu există respondenți care să declare lipsa interesului în a cunoaște despre acest concept. Această diversitate de poziții indică un

interes semnificativ în înțelegerea și implementarea gândirii computaționale în procesul de instruire, reflectând o deschidere către noile metode și abordări în educație.



**Figura 8. Nivel de familiarizare cu conceptul de gândire computațională**

La analiza competențelor-cheie esențiale în domeniul STEM (fig. 9) observăm că toate competențele menționate în listă au fost recunoscute de către cadrele didactice - participante la chestionar ca fiind esențiale pentru abordarea și rezolvarea problemelor atât în domeniul STEM, cât și în situații din viața reală. Este important să subliniem că aceste competențe nu sunt doar relevante în contextul academic, ci au și un impact semnificativ asupra adaptabilității elevilor pentru provocările cotidiene. Gândirea computațională implică nu doar abilități tehnologice, ci și un mod sistematic de abordare a problemelor, utilizând logică și algoritmi în procesul de luare a deciziilor.

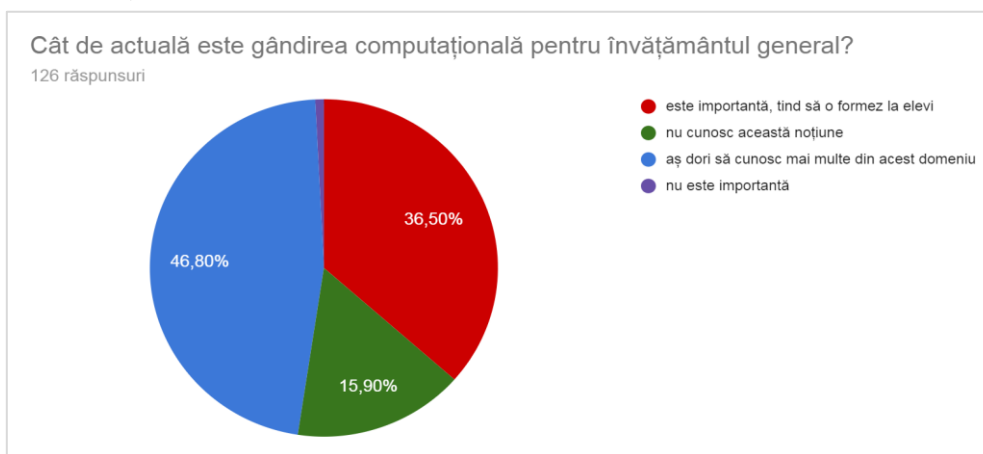


**Figura 9. Prioritizarea competențelor-cheie în domeniul STEM**

Analiza distribuției scorurilor pentru fiecare competență în contextul rezolvării problemelor permite să observăm câteva tendințe importante. Rezultatele evidențiază o apreciere semnificativă pentru competențe precum creativitatea, gândirea critică, metode de rezolvare a problemelor, învățarea continuă, comunicarea eficientă, evaluare și abilitățile colaborative, subliniind importanța acestora în procesul de rezolvare a problemelor. Participanții recunosc valoarea unei abordări echilibrate, care îmbină atât competențe tehnice, cât și abilități sociale și cognitive.

Respondenții acordă scoruri semnificative competențelor asociate domeniului gândirii computaționale, reflectând recunoașterea importanței acestui aspect. Această constatare sugerează faptul că profesorii chiar recunoscând existența unor posibile rezerve în domeniul gândirii computaționale, valorizează și susțin în mod deosebit competențele implicate în acest domeniu.

Pare să existe o recunoaștere crescută a importanței gândirii computaționale în rândul respondenților, în special în contextul educațional (fig. 10). Majoritatea pedagogilor care au participat la chestionar își exprimă interesul să formeze și să dezvolte această competență la elevi, sugerând o înțelegere a relevanței sale în cadrul procesului de învățare. De asemenea, există un număr semnificativ de persoane care doresc să afle mai multe despre acest domeniu, indicând o deschidere către aprofundarea cunoștințelor legate de gândirea computațională.



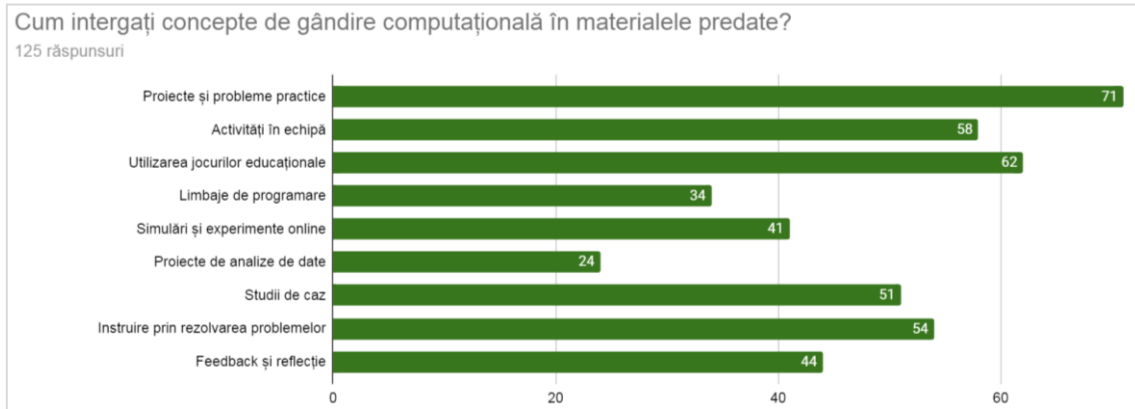
**Figura 10. Actualitatea gândirii computaționale pentru învățământ general**

Interesul crescut pentru gândirea computațională în învățământul general indică o conștientizare a impactului pozitiv pe care această competență o poate avea în dezvoltarea elevilor. Respondenții manifestă o dorință activă de a contribui la formarea gândirii computaționale la elevi. Acest fapt va asigura o pregătire mai bună a elevilor pentru provocările tehnologice ale viitorului, îmbunătățirea abilităților de rezolvare a problemelor, creșterea relevanței educației și stimularea creativității și inovației. În plus, dezvoltarea gândirii computaționale poate oferi elevilor oportunități mai bune de carieră în domeniile tehnologiei și științelor calculatoarelor.

Analizând metode de integrare a conceptelor de gândire computațională în activitate (fig. 11) observăm că cadrele didactice folosesc o gamă diversă de metode didactice pentru a forma și dezvolta gândirea computațională la elevi, aceasta indică o abordare flexibilă și adaptabilă la diverse stiluri de învățare și contexte educaționale.

Conform sondajului, metodele prioritare de evaluare sunt variate (fig. 12). Evaluarea bazată pe proiecte se evidențiază ca fiind predominantă, cu un procent semnificativ de 66%, subliniind încrederea considerabilă acordată acestei metode. Aceasta înseamnă că proiectele sunt eficiente pentru evaluare în domeniul STEM.



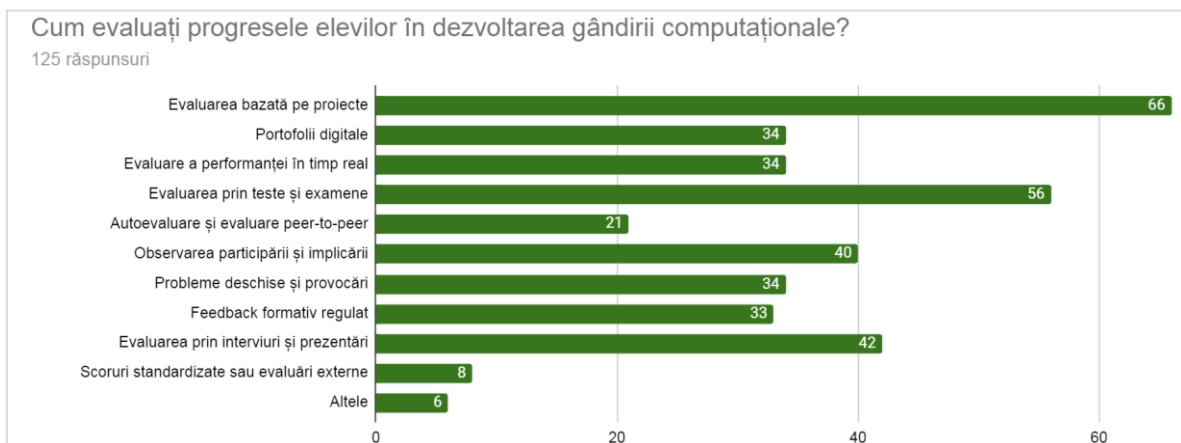


**Figura 11. Metode didactice utilizate**

Evaluarea prin teste și examene, menționată de 45% dintre respondenți, se justifică cu necesitatea de a cuantifica rezultatele într-un mod tradițional, în special în contextul examenelor de absolvire a treptelor de școlaritate în disciplinele STEM. Această abordare, bazată pe evaluare sumativă, rămâne relevantă pentru a oferi o măsură standardizată a cunoștințelor și abilităților în aceste domenii.

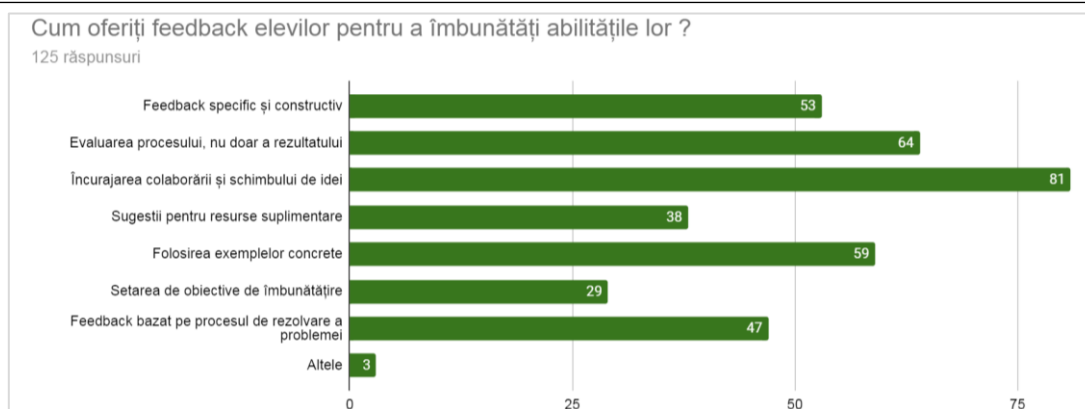
Evaluarea prin interviuri și prezentări, cu o pondere de 37%, se distinge prin accentul pus pe aspectele interactive și comunicative ale evaluării. Această metodă oferă elevilor oportunitatea de a-și manifesta abilitățile într-un mod individual.

În ansamblu, preferințele cadrelor didactice reflectă o abordare echilibrată, combinând evaluarea bazată pe proiecte pentru aspectele practice și aplicative, evaluarea prin teste și examene pentru măsurarea cunoștințelor standardizate, și evaluarea prin interviuri și prezentări pentru evidențierea abilităților și competențelor interactive ale elevilor.



**Figura 12. Metode de evaluare utilizate la lecții**

Observând aspectele menționate de respondenți referitoare la feedback (fig. 13) menționăm conștientizarea importanței acestuia în contextul dezvoltării și îmbunătățirii procesului de învățare. Se remarcă mai ales atenția acordată feedback-ului constructiv și încurajarea colaborării, care nu se limitează doar la evaluarea produselor finale, ci și la orientarea către procesul de învățare.



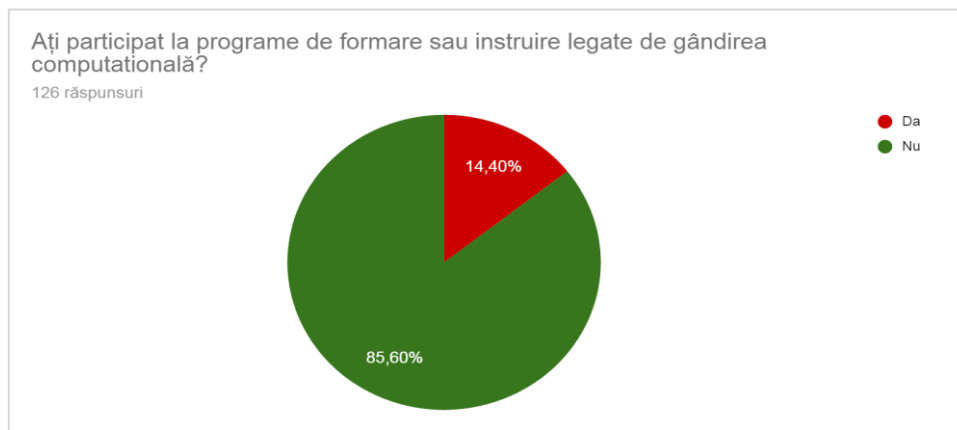
**Figura 13. Oferirea feedback-ului elevilor**

Din analiza răspunsurilor referitor la provocările cu care se confruntă cadrele didactice în procesul educațional, putem identifica:

1. Lipsa resurselor tehnice în sălile de clasă este problema principală, menționată de cele mai multe cadre didactice.
2. Unii profesori recunosc că nu au cunoștințe suficiente despre gândirea computațională și consideră că este necesar să înțeleagă conceptele înainte să le predea elevilor.
3. Profesorii menționează lipsa pregătirii necesare pentru predarea/formarea eficientă la elevi a gândirii computaționale. Formarea suplimentară este considerată esențială pentru abordarea acestei deficiențe.
4. Există mențiuni cu privire la rezistența la schimbare din partea unor cadre didactice sau elevi.
5. Nivelurile diferite de cunoștințe ale elevilor sunt o provocare în adaptarea și personalizarea instruirii pentru toți elevii.
6. Unii profesori menționează dificultăți în a convinge elevii asupra importanței participării la proiecte STEAM.
7. Programarea, ca bază a gândirii computaționale, este menționată ca o provocare pentru unii profesori de știință, ce nu dețin cunoștințe aprofundate în acest domeniu.

Soluționarea acestor provocări implică eforturi combinate, inclusiv asigurarea cu resurse tehnice, formarea continuă a cadrelor didactice, dezvoltarea de programe educaționale bine structurate și implicarea activă a elevilor în procesul de învățare.

Constatăm că, din totalul cadrelor didactice intervievate (fig. 14), o majoritate covârșitoare de 86% nu au participat la formări sau traininguri care se referă la dezvoltarea gândirii computaționale. Această observație devine semnificativă, mai ales având în vedere mențiunile repetate pe această temă în răspunsurile la alte întrebări din chestionar.



**Figura 14. Participare la activități de formare**

Această constatare subliniază necesitatea imperioasă de a integra în mod activ și coerent dezvoltarea gândirii computaționale în programele de formare continuă a cadrelor didactice. Gândirea computațională devine tot mai importantă în contextul unei lumi digitale în evoluție rapidă, de aceea cadrele didactice trebuie să fie bine pregătite pentru a forma această competență la elevi.

## Concluzii

Rezultatele chestionării evidențiază mai multe deficiențe ale pregătirii și practicilor cadrelor didactice în ceea ce privește gândirea computațională în contextul educației STEM. Iată câteva concluzii cheie:

1. Crearea unui ghid metodic pentru profesori, cu strategii de planificare eficientă a proiectelor STEM și criterii relevante de evaluare.
2. Dezvoltarea unui curs interactiv și adaptabil, abordând conceptele cheie ale gândirii computaționale. Integrarea studiilor de caz, exercițiilor practice și resurselor online pentru a ghida profesorii în formarea și dezvoltarea eficientă a gândirii computaționale.
3. Organizarea de ateliere și conferințe pentru a împărtăși cele mai recente inovații în domeniul STEM și pentru a încuraja schimbul de idei între cadrele didactice. Crearea unei platforme online pentru partajarea resurselor și a bunelor practici în predarea STEM.
4. Consultarea managerilor instituțiilor de învățământ privind infrastructura necesară și asigurarea resurselor adecvate pentru integrarea tehnologiei în procesul instructiv-educativ.
5. Organizarea seminarelor și atelierelor de traineri specializați pentru a oferi instruire practică și sprijin personalizat în formarea și dezvoltarea gândirii computaționale.
6. Colaborarea cu organisme de reglementare în educație pentru a include noțiunile de gândire computațională în curriculumul școlar cu argumentarea beneficiilor acestei abordări și furnizarea de dovezi privind impactul pozitiv asupra dezvoltării elevilor.

7. Elaborarea unei culegeri de probleme și exerciții ca suport pentru cadrele didactice în dezvoltarea gândirii computaționale.

### Bibliografie

1. BAYU, W. S. Problems of Computational Thinking, Teaching, and Learning in a STEM Framework: *A Literature Review, 1st International Conference On Information Technology And Education (ICITE 2020), Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, volume 508.
2. BERS, M. Teaching Computational Thinking and Coding to Young Children. În: *SCOPUS*, DOI:10.4018/978-1-7998-7308-2, ISBN13: 9781799873082, 2021.
3. CABAC, V. Gândirea computațională ca scop al instruirii la informatică. În: *Acta et Commentationes, Științe ale Educației*, nr. 2 (24), 2021. pp. 7-20. ISSN 1857-0623
4. European Commission, Joint Research Centre, BOCCONI, S., CHIOCCARIELLO, A., KAMPYLIS, P., et al., Reviewing computational thinking in compulsory education: state of play and practices from computing education, Inamorato dos Santos, A. (editor), Punie, Y. (editor), Cachia, R. (editor), Giannoutsou, N. (editor), Publications Office of the European Union, 2022, 138 p. ISBN 978-92-76-47208-7
5. ISRAEL-FISHELSON, R., HERSHKOVITZ, A. Shooting for the Stars: Micro-Persistence of Students in Game-Based Learning Environments. În: *Early Warning Systems and Targeted Interventions for Student Success in Online Courses*, DOI: 10.4018/978-1-7998-5074-8.ch012, 2020.
6. SHUTE, VALERIE J., CHEN SUN, JODI, A., Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, November 2017, DOI: 10.1016/j.edurev.2017.09.2003
7. WANG, C., SHEN, J., CHAO J, Integrating Computational Thinking in STEM Education: A Literature Review. În: *International Journal of Science and Mathematics Education*. <https://doi.org/10.1007/s10763-021-10227-5>, 2020.