

## SIMBIOZA DINTRE MATEMATICĂ ȘI ARTĂ FACILITATĂ DE COMPONENTA DIGITALĂ

Angela GLOBALA, doctor, conferențiar universitar

<https://orcid.org/0000-0002-2653-0320>

Ala GASNAȘ, doctor, conferențiar universitar

<https://orcid.org/0000-0002-7174-7027>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău

**Rezumat.** Implicarea elevilor în proiecte STEAM încurajează colaborarea, sporește încrederea în sine, promovează spiritul antreprenorial definit de planificare, gestionarea resurselor și prezentarea ideilor, transformându-i în elevi inovatori, lideri și stăpâni ai propriului proces de cunoaștere. În articol, autorii propun un model de proiect STEAM care oglindește clar interacțiunea dintre matematică și artă prin valorificarea resurselor digitale. Sunt prezentate activitățile, rezultatele preconizate și impactul scontat.

**Cuvinte-cheie:** STEAM, interdisciplinaritate, transdisciplinaritate, fractal, dimensiune fractală, subprogram, recursie, AI-generatoare de artă.

**Abstract.** Involvement of students in STEAM projects encourages collaboration, increases self-confidence, promotes entrepreneurship defined by planning, managing resources and presenting ideas, transforming them into innovative students, leaders and masters of their own knowledge process. In the article, the authors propose a STEAM project model that clearly mirrors the interaction between mathematics and art by leveraging digital resources. Activities, expected results and expected impact are presented.

**Keywords:** STEAM, interdisciplinarity, transdisciplinarity, fractal, fractal dimension, subprogram, recursion, AI-art generators.

### Introducere

Proiectele STEAM sunt tot mai des implementate în procesul de instruire în ciclul liceal obținând o importanță tot mai semnificativă. Acest tip de proiecte integrează discipline din diverse domenii și oferă elevilor noi oportunități de învățare inter și transdisciplinară pentru a-și dezvolta abilități și competențe esențiale pentru a reuși în viață [1]. Motivele pentru care proiectele STEAM sunt atât de importante în procesul educațional sunt:

1. *Dezvoltă gândirea critică și creativă, inovația.* Prin esența sa, proiectele STEAM încurajează elevii spre o gândire critică și abordarea de probleme complexe. În procesul de realizare a proiectelor STEAM elevii sunt puși în situația de a găsi soluții inovatoare pentru probleme din viața reală. Astfel, are loc dezvoltarea gândirii creative și realizarea principiului de stabilire a legăturii dintre teorie și practică, dintre studiul teoretic și aplicarea cunoștințelor în situații concrete formând și dezvoltând un șir de competențe, una dintre care este competența antreprenorială.

2. *Facilitează învățarea inter și transdisciplinară.* Simbioza dintre știință, tehnologie, inginerie, artă și matematică promovează învățarea holistică și ajută elevii să înțeleagă modul în care diferite domenii se interconectează în lumea reală.
3. *Pregătește elevii pentru profesiile viitorului.* Așa cum, pentru realizarea unui proiect STEAM, în mod standard, elevii operează cu tehnologii înalte pentru a soluționa problemele. Astfel, ei își dezvoltă abilități tehnice, care le vor permite de a-și face cariere în domenii ca programarea sau informatica teoretică, inginerie, Big Date, Animație, Design grafic etc., care, azi, sunt la mare căutare pe piața muncii fiind bine remunerate.
4. *Facilitează motivația și angajamentul pentru învățare al elevilor.* Fiind bine proiectate, proiectele STEAM pot fi captivante și interactive. Acest lucru este un bun stimulator al motivației elevilor pentru cunoaștere. Fiind implicat în rezolvarea unei probleme cotidiene folosindu-și creativitatea, elevul înțelege esența studierii noțiunilor noi și, astfel, se implică activ în procesul de învățare [2].
5. *Dezvoltă abilități sociale.* Lucrul în echipă este un element de bază al proiectelor STEAM. Elevii învață să lucreze împreună, să comunice corect și eficient, să fie toleranți, empatici, pozitivi, punctuali, să împartă responsabilitățile – toate acestea fiind un set important de abilități sociale.
6. *Relevanța pentru lumea reală și formarea de abilități practice.* Participarea în cadrul proiectelor STEAM implică lucrul în echipă axat pe rezolvarea de probleme diverse din lumea reală și aplicarea cunoștințelor teoretice în rezolvarea de probleme practice concrete [3].

În concluzie, implicarea elevilor în proiecte STEAM încurajează colaborarea, sporește încrederea în sine, promovează spiritul antreprenorial definit de planificare, gestionarea resurselor și prezentarea ideilor transformându-i în elevi inovatori, lideri și stăpâni ai propriului proces de cunoaștere [4,5,6].

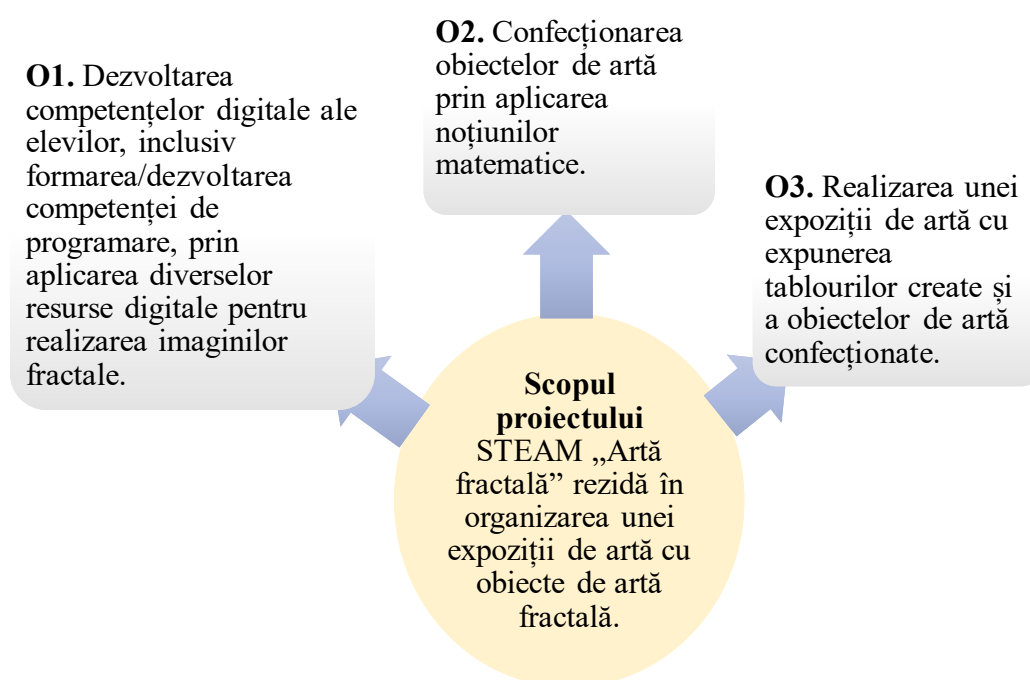
### **Realizarea proiectelor STEAM în ciclul liceal**

Apariția noțiunii de fractal este în strânsă legătură cu analiza și studierea minuțioasă a fenomenelor care au loc în viața reală. Un fractal este o formă geometrică sau un obiect matematic care prezintă aceeași structură sau aspect la orice scală de observare. Aceasta înseamnă că detaliile sale sunt similare, indiferent de cât de mult mărim sau micșorăm obiectul respectiv. Fractalii sunt caracterizați prin auto-similaritate, adică sunt o replică a modelului inițial la diferite nivele de scalare. Aceste modele pot fi găsite în natură și pot fi reprezentate matematic, având aplicații în domenii precum grafica computerizată, analiza datelor, și chiar în înțelegerea fenomenelor complexe din natură. Fractalii pot fi generați prin procese iterative, în care un set simplu de instrucțiuni este aplicat repetat pentru a crea

forme complexe. Aceste structuri geometrice au captivat imaginația oamenilor datorită naturii lor unice și apariției în contexte diverse.

Făcând o comparație cu geometria euclidiană, dimensiunile fractalilor nu sunt valori întregi. Cunoaștem că punctul are dimensiunea zero, linia are dimensiunea unu, planul (suprafața) are dimensiunea doi, spațiul (volumul) dimensiunea trei ș.a.m.d.. Dimensiunea fractală este o mărime reală care indică cât de bine ocupă o structură fractală spațiul care o conține.

Ideea proiectului „Artă fractală” este de a transpune aceste structuri simple, dar în același timp extrem de complexe în artă și cum putem facilita acest proces prin aplicarea tehnologiilor informaționale, inclusiv programarea. În figura 1 sunt reprezentate scopul și obiectivele proiectului.



**Figura 1. Scopul și obiectivele proiectului STEAM „Artă fractală”**

Proiectul STEAM „Artă fractală” este destinat elevilor din clasele liceale, iar pentru unele activități pot fi implicați și elevii claselor gimnaziale. În mare parte, vor fi implicați elevii clasei a XII, deoarece unitatea de conținut Subprograme se studiază în primul semestru (6 ore – umanist; 12 - real) [7]. În cadrul proiectului vor fi implicați profesorii de: Matematică, Fizică, Biologie, Geografie, Limba engleză, Educație tehnologică, Arte plastice, evident, rolul de coordonator îi revine profesorului de Informatică. Formele de realizare a proiectului sunt: individual, în grup și frontal. În cadrul proiectului vor fi realizate activitățile din figura 1.

**Activitatea 1.** Documentarea referitor la noțiunea de fractal și identificarea fractalilor în natură.

**Activitatea 2.** Documentarea referitor la modulul care permite realizarea elementelor grafice într-un limbaj de programare.

**Activitatea 3.** Documentarea referitor la realizarea recursivității grafice într-un limbaj de programare.

**Activitatea 4.** Documentarea și identificarea AI-generatoarelor de artă.

**Activitatea 5.** Documentarea și identificarea unui soft matematic, care permite generarea fractalilor (de exemplu, Maple).

**Activitatea 6.** Realizarea programelor de generare a fractalilor.

**Activitatea 7.** Generarea tablourilor cu ajutorul AI-generatoarelor de artă.

**Activitatea 8.** Realizarea imaginilor fractale aplicând Maple.

**Activitatea 9.** Croșetarea mileurilor-fractali, croșetarea/brodarea fractalilor din natură.

**Activitatea 10.** Imprimarea fractalilor 3D cu ajutorul imprimantei 3D.

**Figura 1. Activitățile preconizate pentru realizare în cadrul proiectului STEAM „Artă fractală”**

Rezultatele preconizate în cadrul proiectului STEAM „Artă fractală” sunt:

1. Prezentare electronică, care va conține informație despre noțiunea de fractal, dimensiune fractală, tipuri de fractali, fractali 3D etc.
2. Prezentare electronică, care va conține informație despre fractali în natură, aplicațiile ale fractalilor, fractali în artă etc.

3. Referat/ prezentare electronică despre modulul care permite realizarea elementelor grafice într-un limbaj de programare, inclusiv realizarea recursivității grafice (directe, indirecte). Se va face accent pe definierea subprogramelor.
4. Prezentare electronică despre AI-generatoarele de artă. Se va publica o listă de AI-generatoare de artă. Se va descrie algoritmul de generare a unei imagini cu ajutorul inteligenței artificiale.
5. Prezentare electronică, care va conține informații relevante despre un soft matematic. Se vor prezenta funcțiile principale care permit generarea fractalilor. Atenție la aparatul matematic aplicat!
6. Coduri de program de generare a fractalilor, inclusiv screenshot-urile cu imaginile obținute.
7. Tablouri (înramate): (a) imagini fractale generate cu ajutorul AI-generatoarelor de artă (se va atașa la tablou și descrierea în engleză a imaginii pentru inteligența artificială); (b) imagini fractale generate cu ajutorul unui soft matematic; (c) imagini fractale generate cu ajutorul unui limbaj de programare.
8. Mileuri, broderii, obiecte croșetate care reprezintă fractali.
9. Fractali 3D imprimați cu imprimanta 3D.

Pentru realizarea proiectului sunt necesare următoarele **resurse materiale și instrumente digitale**: computer/laptop, aplicația de realizare a prezentărilor electronice, un soft matematic, limbaje de programare, conexiune la Internet, rame pentru tablouri, hârtie, imprimantă color, imprimantă 3D, ață de croșetat, croșetă.

Se preconizează următorul **impact al proiectului**:

1. Conștientizarea conexiunii directe dintre noțiunile abstracte și realitatea umană prin studierea fractalilor, aplicarea abilităților de programare și a competențelor digitale de utilizare a softurilor specializate.
  2. Dezvoltarea creativității elevilor prin valorificarea noțiunilor matematice în artă cu aplicarea resurselor digitale.
  3. Promovarea conceptului de instruire prin cercetare pentru o societate durabilă.
- Termenul de realizare a proiectului este de 11 săptămâni.

Acest proiect se poate extinde prin includerea informației referitor la: fractali în arhitectură, grădini fractale, fractali în psihologie, gândire fractală etc. În acest caz, se va introduce o nouă dimensiune – crearea edificiilor fractale. Aici va trebui să aplicăm pe larg imprimanta 3D pentru a vedea cum în realitate vor arăta edificiile modelate; va trebui să lucrăm și să analizăm în detalii gradul de rezistență al edificiului modelat, structura chimică a materialelor din care va fi creat fundamentul etc.). De asemenea, dacă vorbim de arhitectură, putem implica mediul de afaceri: constructori, designeri pentru realizarea practică a ideilor generate. Pentru realizarea grădinilor fractale se poate veni cu un proiect pentru Primăria Municipiului Chișinău de înverzire și amenajare a parcelor și grădinilor

orașului. Ceea ce ține de aspectul psihologic, am putea merge pe ideea creării unor discursuri fractale sau analiza unor situații aplicând o gândire fractală.

Într-un cuvânt, tematica pentru proiecte STEAM poate fi extrem de diferită. Însă, de rând cu alte componente importante pentru propunerea și realizarea unui proiect STEAM, aceasta are la bază două caracteristici fundamentale: pregătirea profesională a cadrului didactic și nivelul de creativitate al acestuia.

## **Concluzii**

În cadrul realizării proiectului STEAM „Artă fractală”:

1. Cunoștințele elevilor vor fi completate cu noțiuni noi ca: fractal, tipuri de fractali, dimensiune fractală, aplicații ale fractalilor, fractali în natură și artă etc.
2. Învățarea modului și a principiilor de aplicare a modului de realizare a imaginilor grafice într-un limbaj de programare va contribui la dezvoltarea competenței de programare a elevilor, iar cunoștințele cu privire la noțiunea de recursie se vor îmbogăți prin realizarea subprogramelor recursive de realizare a imaginilor grafice prin aplicarea recursiei directe și indirecte.
3. Analiza și identificarea softurilor matematice, a AI-generatoarelor de artă va facilita dezvoltarea continuă a competenței informaționale și de documentare.
4. Studiul care va fi demarat va contribui direct la dezvoltarea competenței de cercetare – factor important pentru promovarea unei educații de calitate. Astfel, se vor identifica conexiunile dintre informatică și societate.
5. Luând la bază teoria inteligențelor multiple a lui Howard Gardner în procesul de formare a echipelor, inclusiv Echipa de Implementare a proiectului, se va demonstra că același conținut poate fi prezentat în diverse moduri. Astfel, noțiunea de fractal nu va mai fi o noțiune matematică abstractă, dar se va transforma într-un cod de program, prin aplicarea de diverse formule de calcul pentru generare sau - un obiect de artă (tablou, broderie, articole croșetate etc.), fapt ce, credem, va facilita învățarea și va conduce la modificarea atitudinii pentru învățare a elevilor. În final, elevii vor deveni mai receptivi, mai productivi și mai implicați în procesul de instruire realizând activitățile cu satisfacție.
6. Rezultatele evaluării PISA în Republica Moldova nu sunt cele mai bune la nivel mondial, deși s-a înregistrat o mică creștere în ultimii ani. Practica educațională internațională demonstrează că abordarea inter și transdisciplinară a conținuturilor curriculare este direct proporțională cu rezultatele evaluării PISA. În acest context, realizarea proiectelor STEAM în învățământul general este una din soluțiile pentru sporirea valorilor evaluării PISA. Rămâne ca proiectele STEAM să fie obligatorii în curriculum și nu doar cu titlu de recomandare sau astfel de proiecte să fie incluse în ciclul liceal la nivel de disciplină școlară.

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.; GLOBALA, A.; PAVEL, M. ș. a. *Evaluarea procesului de studiere a științelor reale și ale naturii din perspectiva inter/transdisciplinarității. Concept STEAM: Studiu monographic*. Chișinău, Tipografia Centrală, 2020. 252 p. ISBN 978-9975-117-50-0.
2. BRAICOV, A.; VEVERIȚA, T. Metode de instruire activă la informatică. Chișinău: Tipografia Universității de Stat din Tiraspol, 2022. 209p. ISBN 978-9975-76-378-3.
3. GLOBALA, A.; BAGRIN, D. Mărirea dimensiunii aplicative a conținuturilor educaționale – catalizator al motivației pentru învățare. În: *Acta et Commentationes, Științe ale Educației*. Revistă științifică Nr.2(32), 2023. Chișinău: Universitatea de Stat din Tiraspol, 2023. ISSN 1857-0623, E-ISSN 2587-3636. p.115-125.
4. ACHIRI, I. Metodologia elaborării proiectelor STE(A)M. În: *Educația de calitate în contextul provocărilor societale*, Ed. 1, 21 octombrie 2022. Chișinău: CEP UPS "Ion Creangă", 2022, p. 70 - 77. ISBN 978-9975-46-638-7.
5. ACHIRI, I. Matematica și educația STE(A)M: aspecte transdisciplinare. În: *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. Chișinău: UST, 2021. Vol. I. p. 25 - 29. ISBN 978-9975-76-356-1.
6. DAVIDENKO, A.; BOCANCEA, V. *Proiecte STEM/STEAM la fizică: Ghid metodic*/ coordonator: Viorel Bocancea; Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova, Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare, Universitatea Pedagogică de Stat "Ion Creangă". Chișinău, CEP UPSC, 2022, 62 p. ISBN 978-9975-46-683-7.
7. Curriculum Național. Aria curriculară Tehnologii. Disciplina Informatică. Clasele X-XII. Ministerul Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova, Chișinău, 2019.