

Impactul proiectelor STEAM asupra educației ecologice a tinerei generații

Gheorghe GÎNJU, dr., conf. univ., Universitatea Pedagogică de Stat *Ion Creangă* din Chișinău,
Cătălina TRICOLICI, studentă, Universitatea Pedagogică de Stat *Ion Creangă* din Chișinău,
Mihaela SIMION, studentă, Universitatea Pedagogică de Stat *Ion Creangă* din Chișinău

Rezumat: *Lucrarea explorează impactul integrării proiectelor STEAM în formarea competențelor ecologice la tânăra generație, punând accentul pe rolul acestora în conștientizarea și soluționarea problemelor de mediu. Este prezentat un proiect STEAM realizat de studenți ai Universității Pedagogice de Stat „Ion Creangă” din Chișinău, care vizează utilizarea algelor Cladophora glomerata și Chaetomorpha linum în procesul de bioepurare a apelor. Rezultatele experimentale arată o eficiență considerabilă în reducerea concentrației de nitrați și detergenți din apă, alături de o creștere semnificativă a biomasei. Se evidențiază și potențialul economic al acestor specii în industria hârtiei. Se propune crearea unor stații ecologice de epurare în mediul rural, ca soluție viabilă pentru îmbunătățirea calității apelor. În contextul crizelor ecologice actuale, pregătirea tinerilor pentru elaborarea proiectelor STEAM în domeniul ecologiei devine o necesitate strategică pentru educația secolului al XXI-lea.*

Cuvinte-cheie: *educație ecologică, proiecte STEAM, tânăra generație.*

Abstract: The paper explores the impact of integrating STEAM projects into the development of ecological competencies among the younger generation, emphasizing their role in raising awareness and addressing environmental issues. It presents a STEAM project developed by students of the “Ion Creangă” State Pedagogical University of Chișinău, focusing on the use of *Cladophora glomerata* and *Chaetomorpha linum* algae in the water bio-purification process. Experimental results indicate a significant efficiency in reducing the concentrations of nitrates and detergents in water; along with a notable increase in algal biomass. The economic potential of these species in the paper industry is also highlighted. The paper proposes the creation of ecological water purification stations in rural areas as a viable solution for improving water quality. In the context of the current environmental crises, preparing young people to develop STEAM projects in the field of ecology becomes a strategic necessity for 21st century education.

Keywords: ecological education, STEAM projects, younger generation.

În fața cataclismelor globale, educația ecologică este mai importantă ca niciodată, concentrându-se pe înțelegerea interdependenței dintre oameni și natură, pe protejarea mediului înconjurător și pe dezvoltarea unor comportamente responsabile. Legătura dintre educația ecologică și proiectele STEAM este una strânsă și importantă pentru formarea unei atitudini prietenoase mediului ambiant, în special în rândul tinerelor generații. Proiectele STEAM ajută educabilii să înțeleagă legătura dintre activitățile umane și impactul acestora asupra mediului, încurajându-i să devină mai conștienți de alegerile lor. Ei sunt încurajați să lucreze în echipe, să rezolve probleme complexe și să aplice cunoștințele pentru a răspunde provocărilor de mediu. Astfel, aceste proiecte pot contribui la formarea unei noi generații capabile să abordeze problemele ecologice cu soluții inovative și sustenabile.

Proiectele STEAM au o importanță majoră în formarea competențelor-cheie ale elevilor și studenților, deoarece promovează o învățare activă, interdisciplinară și ancorată în realitate. Acestea stimulează gândirea critică, creativitatea, colaborarea și rezolvarea de probleme, dezvoltând, totodată, abilități esențiale pentru societatea actuală. Prin integrarea științei, tehnologiei, ingineriei, artei și matematicii, proiectele STEAM le oferă oportunitatea de a explora lumea într-un mod holistic, pregătindu-i pentru provocările viitorului și încurajându-i să devină cetățeni responsabili, inovatori și adaptați unei economii bazate pe cunoaștere.

Elaborarea proiectelor STEAM necesită o abordare integrată, centrată pe învățare activă și interdisciplinară. Venim cu câteva sugestii metodologice pentru profesorii care doresc să implementeze proiecte STEAM în mod eficient:

- Corelați proiectul cu competențele din curriculum.
- Elaborați obiective clare, atât cognitive (cunoștințe), cât și psihomotorii (abilități), afective (valori).
- Alegeți subiecte actuale, concrete, relevante pentru viața reală (ex.: energie regenerabilă, reciclare, design urban, roboți, climă).
- Încurajați interesul și curiozitatea educabililor printr-o întrebare-problemă.
- Gândiți proiectul astfel încât fiecare componentă STEAM să fie autentică și funcțională, dar în centru trebuie plasată ingineria.
- Formați deprinderi de investigare științifică;

stimulați curiozitatea și gândirea critică.

În cadrul Universității Pedagogice de Stat *Ion Creangă* din Chișinău, la Facultatea de Științe ale Educației, programul de studii *Pedagogie în învățământul primar*, de doi ani, a fost introdus cursul *Educație STEAM*, în cadrul căruia studenții învață metodologia de elaborare a proiectelor STEAM, iar pentru evaluare finală trebuie să prezinte câte un proiect de acest tip. Prezentăm un exemplu de astfel de proiect.

Tema proiectului STEAM: *Curățarea apei cu ajutorul algelor Cladophora glomerata (L.) Kütz și Chaetomorpha linum (Muller) Kutzing – perspectivă avantajoasă din punct de vedere economic și ecologic.*

Actualitatea temei: Amprentele ecologice ale impactului uman asupra planetei Pământ se reliefaază foarte evident asupra biosferii. Activitățile neantente și adesea nechibzuite în relațiile Om-Natură provoacă erodarea capitalului natural la scară alarmantă. Dezvoltarea furtunoasă a industriei și a agriculturii, extinderea suprafețelor ocupate de construcții, utilizarea fertilizanților, a conservanților și a altor chimicale etc. – toate aceste progrese sunt generatoare de noi probleme ecologice, cu care se confruntă majoritatea țărilor lumii, inclusiv Republica Moldova. Civilizația umană intră în conflict cu mediul ambiant prin epuizarea rezervelor minerale, prin diminuarea calităților factorilor de mediu (apă, sol, aer), prin erodarea biodiversității [10], prin încărcarea cu deșeuri etc., iar consecințele sunt numeroasele catastrofe ecologice. Din această cauză, a apărut necesitatea luării anumitor măsuri în vederea ameliorării situației ecologice de pe Terra. Una din problemele ecologice primordiale este poluarea excesivă a apelor, care afectează sănătatea populației și a organismelor vii. Multe țări suportă deja un deficit acut de apă, acest factor limitând dezvoltarea lor economică și periclitând sănătatea populației. Lumea vegetală și animală nu reușește să se adapteze la noile condiții nocive, treptat dispărând multe specii de plante, de pești și de alte vietăți acvatice. Unele râuri și lacuri sunt atât de poluate, încât din ele au dispărut completamente peștii, s-a redus catastrofal numărul de hidrobionți, cu excepția microorganismelor patogene. Disfuncționalitatea sistemelor de canalizare și a stațiilor de epurare este o problemă cu care se confruntă majoritatea țărilor, care conduce la creșterea contaminării biologice a apei. Ca

rezultat, apele reziduale și deșeurile organice nimeresc în bazinele acvatiche, punând, astfel, în pericol sănătatea publică.

Republica Moldova este una dintre țările care se confruntă cu poluarea apelor. Principalele surse de poluare sunt: gunoiul menajer, deșeurile zootehnice, apele reziduale menajere etc. [11]. Asupra conținutului apelor mai influențează și activitatea agricolă, în special utilizarea nerațională a îngrășămintelor minerale, organice și a pesticidelor. Anume la sate este înregistrat cel mai înalt grad de poluare a apelor cu multe substanțe, de exemplu – nitrifi, nitrați, detergenți etc.

Scopul proiectului: Evidențierea speciilor cu eficiență înaltă în bioepurarea apei și elaborarea de propuneri concrete privind ameliorarea stării apelor.

Pentru atingerea scopului dat, au fost preconizate următoarele sarcini: cercetarea științifică a problemei studiate; dezvoltarea abilităților de proiectare și implementare a soluțiilor de rezolvare a problemei; dezvoltarea abilităților de gândire critică și creativă prin activități practice și de cercetare; analiza și interpretarea datelor; elaborarea produselor; prezentarea și diseminarea rezultatelor.

Sinteza literaturii: Apa este componentul principal al vieții pe Pământ, un element necesar pentru activitatea omului. De cantitatea și calitatea ei depinde starea sănătății și nivelul sanitaro-epidemiologic al populației, nivelul amenajării mediului ambiant. Bunăoară, concentrațiile reziduurilor fecale din majoritatea râurilor din Asia depășesc de 50 de ori limitele stabilite de Organizația Mondială a Sănătății [8], mulți dintre cei care utilizează aceste ape nici nu bănuiesc de riscurile la care se expun. În America Latină, doar 14% din apele urbane uzate sunt tratate adecvat înainte de a fi deversate în râuri.

Actualmente, problema poluării apelor este elucidată tot mai des în diverse publicații, este discutată la diferite simpozioane și conferințe. Conform datelor din literatura de specialitate [4], resursele acvatice sunt tot mai mult poluate cu ape reziduale netratate și datorită depozitării neadecvate a deșeurilor. Slabul drenaj al apei de ploaie și insuficiența colectării deșeurilor solide afectează și ele calitatea apei potabile și deci a vieții. Insuficiența de apă sau calitatea ei proastă aduce prejudicii materiale gospodăriilor țărănești, influențează negativ sănătatea populației și starea biodiversității naturale.

Conform datelor furnizate de Organizația Mondială a Sănătății [6], 2 mlrd de oameni sunt expuși riscului de a contracta boli diareice, a căror germeni sunt diseminați prin intermediul apei sau hranei, boli care constituie principala cauză a decesului a peste 5 mln de copii în fiecare an.

Resursele acvatice ale Republicii Moldova reprezintă o rețea dezvoltată de râuri cu lungimea de peste 16 mii km. Conform datelor Inspectoratului Ecologic de Stat [9], majoritatea apelor posedă gradul doi de poluare – poluare moderată, iar cel mai poluat sunt afluenții Bâc și Răut,

posedând, la gura de vărsare, o poluare de gradul III.

Cel mai mare pericol îl reprezintă poluarea cu nitrați [5], cauzată de starea sanitară nefavorabilă a teritoriului, menționată în 76% din fântâni, care conțin această substanță în cantități ce depășesc norma sanitară – 50mg/l, în unele raioane din sudul republicii fiind depistate cantități de 2-3 ori mai mari decât norma sanitară admisibilă – 100-140 mg/l. Din cauza consumului de apă cu concentrații supranormative de nitrați, circa o treime din populația rurală este expusă influenței lor negative. Poluarea intensă cu nitrați și nitrifi cauzează dezvoltarea biologică întârziată a 33% de adolescenți. De trei ori mai frecvent se întâlnesc dereglări ale funcțiilor de reproducere la femei, boli ale pielii și ale țesuturilor. Morbiditatea generală a copiilor și a adolescenților domiciliați în regiuni unde apele fântânilor conțin cantități mari de nitrați este de 805,5 la 1000 de copii, față de 237,7 în zonele cu o situație satisfăcătoare.

În râurile din republică, în special în Bâc și Răut, sunt depistate cantități mărite de detergenți (0,3 mg/l), care rezultă din scurgerea apelor reziduale menajere.

O altă sursă de poluare sunt stațiile de epurare a apelor reziduale. Conform datelor statistice din 2006, din 131 de stații de epurare din republică în funcțiune se aflau 78, dintre care doar una funcționa în regim normativ (s. Coșnița, rn. Dubăsari, fabrica de conserve). Apele reziduale se deversează direct în râuri, poluând, astfel, principalele surse de aprovizionare cu apă potabilă a țării. În urma deversărilor de ape reziduale orașenești insuficient epurate și a altor deșeuri, în râuri se depistează cantități sporite de amoniac – 0,15 mg/l.

Cauza principală a existenței amoniului în apă o constituie apele reziduale comunale de lângă orașe și centre turistice naționale și internaționale. Aceste ape reziduale pot conține până la 40-70 mg/l de combinații azotoase, care, prin prezența bacteriilor și a oxigenului, generează amoniac și săruri de amoniu. Amoniul popriu-zis, în prezența oxigenului, se transformă în nitrit și apoi în nitrat. Acest proces este un mare consumator de oxigen, de aceea formarea sa în apele de suprafață (fluviale, lacuri, bălți etc) nu este dorită. Scăderea concentrației oxigenului din apă periclitează existența multor specii de hidrobionți, ca dovadă este numărul mare de specii de plante și animale incluse în Cartea Roșie a Republicii Moldova [3].

Materiale și metode: Drept material de bază în cercetare ne-au servit două specii de alge: *Cladophora glomerata* (L.) Kütz și *Chaetomorpha linum* (Muller) Kutzing – specii frecvent înregistrate în râurile și lacurile noastre. Acestea au fost colectate în rezultatul deplasărilor pe teren organizate pe parcursul anilor 2023-2024. La determinarea speciilor de alge am folosit lucrarea cercetătorului român C.S. Antonescu [1], iar descrierea acestora am preluat-o din monografia *Lumea vegetală a Moldovei* [2].

	Cladophora glomerata (L.) Kütz	Chaetomorpha linum (Muller) Kutz
Descrierea speciei	Tal filamentos, ramificat cu ramuri de dimensiuni diferite, de un verzui deschis până la verde-închis, datorită prezenței clorofilei a și b. Se fixează de substrat prin rizoizi primari sau secundari. Unele exemplare se desprind, formând aglomerații compacte la suprafața apei. Celule cilindrice la vârful ramurilor alungite, lângă pereții transversali cu sau fără strangulație. Membrană celulară stratificată, groasă, gelatinoasă. Citoplasmă prevăzută cu multiple nucleee, cu un cromatofoar reticulat, parietal și mai mulți pirenoizi.	Este una din multele forme ale algelor verzi, are tal filamentos, de obicei cu lungimea de 5-30 cm, crește în grupuri de sute sau mii de indivizi. Se fixează de substrat cu ajutorul rizoizilor.
Răspândire	Este o specie cosmopolită, răspândită în apele dulci și cele salmastre. În Moldova, este prezentă în toate tipurile de bazine acvatice.	Este o specie răspândită în apele dulci și se găsește în bazinele acvatice ale Republicii Moldova.
Habitat	Populează râurile cu apă curată, zona litorală a lacurilor. Foarte frecvent, crește lângă stuful din lacuri, formând un strat verde de biodermă de diferite dimensiuni, în funcție de transparența apei.	Populează râurile, lacurile și bălțile Republicii Moldova.

Concentrațiile de nitrați, nitriți și lauril sulfat de sodiu au fost determinate în laboratoarele de chimie ale Universității Pedagogice de Stat *Ion Creangă* din Chișinău, prin metoda potențimetricii directe (metoda curbei de calibrare). Esența acestei metode constă în determinarea concentrațiilor substanțelor cu o precizie înaltă. În calitate de electrozi de referință s-a utilizat electrodul de Ag în AgCl și electrodul de tip film. După calibrarea electrozilor, s-a măsurat potențialul electric al soluției de lucru, iar apoi, prin, metoda grafică, s-au determinat concentrațiile soluțiilor de lucru.

Investigațiile proprii: Investigațiile noastre au început republicii, având drept scop depistarea principalelor surse de poluare a apelor. Orașele republicii posedă stații de epurare, de aceea ele întorc în râuri o apă mai mult sau mai puțin curată. O situație mai proastă se atestă în zonele rurale: majoritatea nu posedă sisteme de epurare, chiar și cele mai dezvoltate sate. Stațiile se află într-o stare deplorabilă. Printre sursele principale de poluare a apelor la sate am depistat diverse deșeuri zootehnice, care poluează apa cu nitriți și nitrați, precum și diverși detergenți utilizați la spălatul vaselor și a hainelor, iar mai apoi aruncați în drum sau în râpi și gropi.

În timpul cercetărilor de teren, am colectat și două specii de alge: *Cladophora glomerata (L.) Kütz* și *Chaetomorpha linum (Muller) Kutz*. Ca și alte specii de producători acvatici, ele contribuie la epurarea apei. În literatură, am găsit date despre utilizarea algelor din genul *Cladophora* și *Chaetomorpha* în acvarii pentru a reduce cantitatea de nitrați. Am ales aceste două specii și din considerentul că peretele lor celular conține celuloză de calitate înaltă, din care poate fi obținută hârtie de valoare [7].

Materialul colectat a fost adus în laboratorul Eco-Friendly Hub al Universității Pedagogice de Stat *Ion Creangă* din Chișinău, unde am executat un șir de experiențe, acestea fiind repetate de trei ori. În 7 vase am pus câte 10 g de alge, iar în calitate de substrat am folosit: în proba 1 – apă de robinet; în proba 2 – soluție bogată în nitrați cu concentrația de 470 mg/l, obținută din găinaț de găină; în proba 3 – soluție de 5 g/l de detergent; în proba 4 – soluție de 2 g/l de detergent; în proba 5 – soluție complexă din detergent de 2 g/l și nitrați de 241 mg/l; în proba 6 – soluție bogată în nitrați cu concentrația de 241 mg/l, în proba 7 – apă din râul Bâc, cu concentrația de detergenți – 0,3mg/l și de nitrați – 140 mg/l. Probele au fost plasate pe geam, la temperatura camerei. Timp de o lună, în fiecare săptămână, se măsurau concentrațiile nitraților și a lauril sulfatului de sodiu (substanța de bază din compoziția detergenților), precum și greutatea biomasei algale din fiecare probă. Rezultatele au fost introduse în registrul de evidență a experimentului.

Analiza datelor colectate scoate în evidență anumite rezultate, importante din punct de vedere ecologic. Speciile cercetare au dat rezultate aproape similare și pot fi utilizate pentru bioepurarea apei. Conform rezultatelor, timp de o lună, concentrația de nitrați a scăzut mai mult în proba 6, cu aproximativ 130 mg/l, urmată de probele 7 – cu 90 mg/l și 5 – cu cca. 80 mg/l. Schimbări mai mici au avut loc în probele 1 și 2. În baza rezultatelor obținute din proba 2, putem conchide că o concentrație foarte mare a nitraților în apă (peste 400 mg/l) le provoacă algelor o stare de stres puternică: filamentele ambelor alge se adună în ghem și cad la fundul vaselor, astfel algele încearcă să supraviețuiască. În probele 3 și 4 nu s-au evidențiat