

BIOMONITORINGUL ÎN FORMAREA COMPETENTELOR DE CERCETARE ȘTIINȚIFICĂ LA ELEVI

Zinaida DOLINȚĂ, asist. univ., profesor GDS,
Alexandru AVRAM, asist. univ.,
Universitatea de Stat „Alecru Russo” din Bălți

Motto: „Natura e totdeauna adevărată, serioasă și severă. Ea are întotdeauna dreptate, iar greșelile și rătăcirile sunt ale omului”
W.F. GOETHE

Summary: *This article addresses biomonitoring as a means of developing pupil's research skills. They listed six main stages of scientific research: determining the theme, examining the literature on the subject, observing the natural environment in which it will conduct its research, the hypothesis, the application of the scientific method (observation, experiment, modeling etc.), accumulation and analyzing data, drawing conclusions. Also, the article describes the main organisms used in biomonitoring and biological monitoring methods for the environment, water and air. The present study describes the scientific and environmental education through bioindication in undergraduate educational institutions.*

Key-words: *education, research, skills, biomonitoring, bioindication, pollution.*

Articolul abordează biomonitoringul ca mijloc de dezvoltare a competențelor de cercetare la elevi. Sunt enumerate principalele etape ale cercetării științifice: determinarea temei, examinarea literaturii la subiect, observarea mediului natural în care se va desfășura activitatea de cercetare, formularea ipotezei, aplicarea metodelor științifice (observația, experimentul, descrierea, modelarea etc.), acumularea, interpretarea și analiza datelor, formularea concluziilor, prezentarea studiului în cadrul unei conferințe de totalizare.

De asemenea, sunt descrise principalele organisme utilizate în biomonitoring și metodele de monitoring biologic al calității mediului, în special al apei. În lucrarea de față este caracterizat modul de educație științifică și ecologică prin implementarea bioindicației în activitatea didactică la instituțiile preuniversitare de învățământ. În dimensiunea sa biomonitoringul dezvoltă capacitățile de cunoaștere și înțelegere a mediului înconjurător, și creează aptitudinile de cercetător.

Problema calității învățământului preuniversitar este una dintre cele mai stringente la etapa actuală de dezvoltare a sistemului educațional național. Asigurarea calității educației se confruntă însă cu unele dificultăți, cum ar fi reevaluarea valorilor, necoincidența de interese între diferite grupuri sociale (părinți, copii, profesori), schimbarea paradigmei educației odată cu axarea sistemului educațional pe formarea **competențelor** la elevi etc. Cert este că unul dintre factorii primordialii de eficientizare a educației și de asigurare a calității învățământului îl constituie formarea la elevi a competențelor de cercetare științifică.

Activitatea de cercetare în școală poate fi dezvoltată în funcție de mai multe variabile ale procesului instructiv-educativ: creativitatea, cultura și climatul organizațional, baza materială, motivație, voința, planificarea și stabilirea obiectivelor, formarea grupului de elevi ce vor realiza obiectivele, determinarea partenerilor de colaborare. Succesul activității de cercetare științifică este determinat direct de calitățile cercetătorului, de aptitudinile, talentul, creativitatea și pasiunea acestuia pentru activitatea desfășurată. Oricine dorește să devină cercetător, trebuie să cunoască aceste repere de natură umană, să-și evalueze cu sinceritate nivelul calităților în raport cu acestea și să accepte cu hotărâre necesitatea dezvoltării lor și a eliminării unor eventuale practici greșite (Krausz 2007:121).

Un prim aspect ar fi legat de pregătirea „moralului” tinerilor cercetători care, la început de drum, sunt asaltați de o sumedenie de întrebări ce înseamnă tot atâtea valuri de îndoieli: dacă vor reuși să finalizeze cercetarea, dacă vor obține rezultate care să fie apreciate ca fiind corecte și interesante,

dacă vor găsi calea cea mai sigură și mai directă spre finalizare. Certitudinea finalizării cu succes a unei cercetări trebuie să aibă însă la bază convingerea că în munca de cercetare este necesară o disciplină riguroasă autoimpusă pe baza unei dorințe reale de a crea, de a aduce ceva nou. Realizările spectaculoase din diverse domenii de activitate, din ultimele 2-3 decenii, pot induce o anumită teamă că oricât ai lucra, nu poți obține rezultate extraordinare; o asemenea idee este eronată deoarece, în mod sigur, problemele științifice nu sunt epuizate (Corlan 2005: 14-24; Vlada 2009: 47-53).

De menționat este faptul că dincolo de motivația implicită a cercetării realizate pentru elaborarea lucrării științifice, este important să existe o pasiune pentru munca de cercetare, o curiozitate în aflarea unui nou răspuns la o întrebare, o neliniște permanentă pentru ceea ce urmează să realizezi, o satisfacție pentru că ceea ce ai obținut poate fi util oamenilor. Rezultate remarcabile ale unei cercetări științifice se pot obține numai pe baza unei judecăți șlefuite prin studiu, prin obișnuința de a gândi, de a face conexiuni și asociații de idei, prin tenacitate și perseverență (Curea 2004: 30-32; Krausz 2007: 121).

Realizările cele mai importante din orice domeniu de activitate presupun existența și dezvoltarea în cel mai înalt grad a unor *aptitudini* – ce reprezintă totalitatea însușirilor fizice și psihice care îi diferențiază pe oameni, sub aspectul posibilităților, de a atinge performanțe superioare și sunt deci caracteristici individuale ale oamenilor.

Formarea aptitudinilor/deprinderilor de cercetător la elevi, cu ajutorul tehnicilor de *biomonitoring*, este folosit în unele instituții de învățământ preuniversitar, drept motivație în însușirea mai bună a disciplinei sau în educația ecologică.

Folosirea *biomonitoringului* în cercetarea științifică, este precedat de următoarele obiective:

- Descrierea modalității de efectuare a cercetărilor științifice;
- Evidențierea rolului bioindicatorilor în biomonitoringul calității mediului;
- Evaluarea metodelor de biomonitoring;
- Aplicarea metodelor de biomonitoring în activitatea extrașcolară a elevilor;
- Determinarea importanței dobândirii competențelor de cercetător la nivelul învățământului preuniversitar;
- Aprecierea rolului metodelor de biomonitoring în cultivarea deprinderilor de cercetător științific.

Monitorizarea biologică sau biomonitoringul poate să înlocuiască sau să completeze monitoringul instrumental. În cazul în care nu se dispune de resurse financiare suficiente pentru amplasarea și întreținerea unui echipament sofisticat, biomonitoringul este foarte convenabil. El se aplică și în cazurile în care se urmărește monitorizarea pe timp foarte îndelungat a unor suprafețe de mari dimensiuni. Complementaritatea biomonitoringului rezidă în faptul că supravegherea instrumentală realizează măsurători instantanee și periodice legate, în general, de factorii abiotici, furnizând doar informații cantitative, separat pentru fiecare dintre aceștia; monitoringul biologic, în schimb, poate oferi indicații despre variația în timp, acumularea sau efectul interacțiunii anumitor factori abiotici și despre răspunsul organismelor vii individuale sau al comunităților de organisme la modificările mediului. În literatura de specialitate termenii: „bioacumulare”, „bioindicare” și „biomonitorizare” au semnificații diferite:

- *Bioacumularea* este capacitatea organismelor vii de a acumula elemente în concentrații mai mari decât concentrația medie pentru specii, în mediul nepoluat sau asimilarea directă prin intermediul bioconcentrării la suprafață.
- *Bioindicarea* reprezintă utilizarea unui organism (o parte a unui organism sau un grup de organisme) pentru a obține informații privind calitatea unei părți din mediul său. Organismele care sunt capabile să furnizeze informații cu privire la calitatea mediului lor, sunt numite bioindicatori.
- *Biomonitorizarea* reprezintă observația permanentă a unei zone cu ajutorul bioindicatorilor, care, în acest caz, pot fi, de asemenea, numiți biomonitori. Biomonitorizarea poate fi de 2 tipuri: activă și pasivă (Bilețchi 2004: 49-51; Dolință 2011:11, Munteanu 2011:84; Анищенко 2011: 54-64).

Tehnica biomonitorizării *active* este aplicată, în special, în zone foarte poluate, unde organismele indicatoare sunt absente. Bioindicatorii sunt transplantați din mediul lor ecologic curat, din care provin, în ecosistemele cercetate.

Avantajul biomonitorizării *pasive* constă în posibilitatea utilizării biomonitorilor autohtoni, care trăiesc în mediul investigat. În același timp este un mijloc ideal pentru observații pe perioade mai mari de timp, în condițiile folosirii materialelor durabile adecvate. Este o metodă recomandată pentru studii pe arii largi de investigație (este aplicată pentru aproape toată Europa) datorită existenței unor specii cu proprietăți de biomonitori larg răspândite. O altă metodă utilizată uneori este *intercalibrarea* speciilor autohtone cu alte specii care, fiind verificate în timp ca fiind biomonitori, pot fi considerate specii standard. Biomonitorizarea pasivă are marele avantaj de a permite studiul pe scară largă a efectelor poluării cu anumiți compuși chimici. Aplicarea acestei metode a permis crearea unei baze de date care s-a dovedit a fi foarte utilă în monitorizările pe termen lung (Bilețchi 2004: 49-51; Dolința 2011: 11; Munteanu 2011: 84).

Ideea speciilor bioindicatoare este vehiculată încă din secolul trecut, când a fost observată capacitatea indicatoare a lichenilor în ceea ce privește compoziția, puritatea și umiditatea aerului. În a doua jumătate a secolului XX, cercetările au vizat în general găsirea unor indicatori și punerea la punct de metode care să ofere informații legate de poluanți (ai aerului, solului, apelor). Ulterior, pe măsura apariției preocupărilor legate de alte tipuri de degradare a ecosistemelor, s-a căutat identificarea unor bioindicatori care să ofere informații legate de stabilitatea ecosistemelor, de menținerea biodiversității, de gestionarea durabilă a unor ecosisteme forestiere sau agricole (efectul anumitor măsuri sau tehnici de gestionare asupra acestor ecosisteme), sau informații legate de răspunsul ecosistemelor la modificarea globală a climei (Munteanu, Dumitrașcu, Iliuță 2011: 84).

Posibilitatea organismelor, ca indicatori biologici, de monitorizare a calității mediului și de identificare a schimbărilor survenite, se dovedește extrem de utilă în condițiile în care relațiile de ordin funcțional dintre factorii perturbatori și tipul de răspuns al speciilor sunt foarte bine studiate și înțelese. Din acest motiv, este nevoie de a cerceta biologia organismelor selectate pentru efectuarea biomonitoringului.

În general, absența sau prezența bioindicatorilor în ecosistemul cercetat, cât și abundența acestora, indică:

- calitatea generală a mediului;
- relația dintre substanțele nutritive (organice și anorganice);
- modificarea condițiilor de viață datorită activităților antropice.

Organismele din mediul acvatic trăiesc într-o permanentă interdependență unele față de altele alcătuind biocenoze care ocupă un anumit biotop. Între cele două componente ale unui ecosistem acvatic (biotopul și biocenoza) există anumite relații reciproce. Astfel, există organisme care trăiesc numai în ape curate, cu conținut mare de oxigen, iar altele care au nevoie de un substrat bogat în compuși organici. Faptul că există anumite organisme, care-și desfășoară activitatea în lipsa oxigenului, și altele care au nevoie de oxigen pentru dezvoltare și supraviețuire a permis ca acestea să fie folosite ca indicatori ai calității apei (Brezeanu, Cioboiu, Ardelean 2011: 76; Анищенко 2011: 54-64).

Un interes aparte îl are capacitatea algelor de a concentra elemente radioactive, diverse substanțe neorganice, inclusiv metale grele. Celulele moarte ale algelor rețin cationii și anionii acumulați nu mai rău decât cele vii. La dezvoltarea în masă a algelor în bazinele acvatice crește esențial viteza de reducere cantitativă a microorganismelor patogene. Unele alge verzi, albastre și diatomee sunt antagoniștii virusului de gripă. Ca sursă de fosfor, algele pot utiliza chiar și detergenții sintetici. Unele alge distrug zaharidele, aminoacizii, pectinele, dar și fenolii (Анищенко 2011: 54-64).

Macronevertebratele acvatice au un rol deosebit în biologia apelor. Ele sunt reprezentate de viermi (planaria, tubifex), moluște (scoici, melci), crustacei (decapode, amfipode), insecte sau larve (lortrichoptere, ephemeroptere, chironomide). Acestea pot fi ușor observate cu ochiul liber, pot fi ușor colectate, trăiesc în număr mare, se deplasează pe distanțe relativ mici și trăiesc 3-5 ani, astfel că ele permit observarea efectului poluării asupra populației respective. Macronevertebratele acvatice se adaptează la o apă de anumită calitate, iar orice modificare a mediului determină modificări ale structurii și dinamicii populațiilor.

Cele mai netolerante la poluare sunt insectele acvatice din ordinele Ephemeroptera, Plecoptera și Trichoptera. Procentul mare al acestor specii, intolerante la poluare, în raport cu speciile tolerante dintr-un anumit lac, indică o bună calitate a apei acestuia (Hercuta, Purtan, Balog 2008: 21-26; Ujvarosi 2002: 73-80).

Moluștele constituie unul dintre grupurile cel mai des utilizate în cadrul biomonitoringului grație unui șir de avantaje. Moluștele bivalve, cât și cele gasteropode sunt răspândite pe larg în eco-

sistemele acvatic, determinând biomasa zoobentosului în majoritatea bazinelor de apă dulce. Colectarea este facilitată și de dimensiunile relativ mari ale moluștelor din genurile *Unio*, *Anodonta*, *Dreissena*, *Viviparus*, *Lymnaea*, *Planorbarius* (anume speciile din aceste genuri sunt de cele mai multe ori întrebuintate pentru efectuarea determinărilor cantitative din cadrul biomonitoringului). Se știe că organismele de dimensiuni mai mari au, de obicei, și o durată mai mare de viață, ceea ce este foarte convenabil în cazul unor observații de lungă durată (Hercuta 2008: 21-26).

Uneori ca organisme-monitoare sunt utilizați indivizi de *Sphaerium sp.*, *Lithoglyphus naticoides*, *Bithynia tentaculata*, *Physa acuta*, care au dimensiuni relativi mai mici, dar care uneori se caracterizează printr-o densitate numerică destul de mare. Moluștele, datorită toleranței lor înalte față de substanțele poluante, constituie acumulatori importanți ai metalelor grele, radionuclizilor. Așa, coeficientul acumulării produselor de scindare a unor pesticide clororganice în corpul moluștelor este de ordinul sutelor și zecilor de mii. S-a stabilit că multe elemente chimice se concentrează preponderent în cochiliile moluștelor, de exemplu, cota-parte a stronțului concentrat în cochilie depășește 90% din conținutul lui total în corp, cea a aluminiului și titanului variază între 60 și 95%, iar a manganului și zincului – între 52 și 82%.

Biomonitoringul a devenit, în ultimii 5 ani, o metodă frecvent solicitată în cadrul investigațiilor biologice, nu doar în învățământul superior, ci și în cel preuniversitar, întrucât reprezintă o modalitate avantajoasă atât ca timp și spațiu de cercetare, cât și din perspectiva cheltuielilor reduse. Astfel, majoritatea instituțiilor preuniversitare apelează la biomonitoring pentru formarea competențelor de cercetare la elevi, competențe care, odată acumulate, se dovedesc a fi valabile și pentru alte domenii conexe.

Lucrul de cercetare în instituțiile de învățământ preuniversitar se desfășoară după următoarele criterii:

1. Formarea echipelor de elevi capabili de a realiza o cercetare;
2. Propunerea tematicii de cercetare în grup sau individual;
3. Cerințele față de redactarea lucrării/proiectelor;
4. Prezentarea lucrării/concluziilor la conferința de totalizare.

Activitatea de cercetare a elevilor se realizează la un înalt nivel, în acele instituții de învățământ, unde este organizată eficient activitatea de cercetare științifică a cadrelor didactice. Cadrele didactice trebuie să identifice problemele de organizare a activității de cercetare în instituțiile de învățământ preuniversitar, să determine în ce măsură activitatea de cercetare influențează asupra eficientizării și randamentului procesului educațional, să încurajeze inițiativele de implicare a elevilor în activități de cercetare, să posede și să aplice metode de motivare a elevilor, precum și să asigure schimbul de experiență cu alte instituții de învățământ preuniversitar sau universitar (Enășchescu 2012: 218; Marinescu 2010: 294; Neagu 2009: 110-121).

Eficientizarea activității de cercetare depinde de *varietatea, flexibilitatea, dinamismul și caracterul creativ* al procesului instructiv-educativ școlar, de aceea activitatea de cercetare nu poate fi organizată în lipsa *motivației, a dorinței și a voinței de cercetare*. Conducătorul activității de cercetare școlară trebuie să fie un profesor iscusit și inteligent, cu spirit organizatoric și creativ. Eficiența activității de cercetare școlară e determinată de o serie de elemente, printre care se numără *cultura organizațională, climatul organizațional, stilul de conducere și motivația* (Balaceanu 2013: 323-330; Topalo 2013: 44-49).

Implementarea cercetării științifice printre elevi s-a realizat în cadrul a două instituții de învățământ liceal din orașele Bălți și Drochia. Astfel, elevii din Bălți au însușit bioindicația prin determinarea calității apei în baza nevertebratelor, iar liceenii drochieni – prin determinarea calității aerului cu ajutorul lichenilor.

Evaluarea stării biologice a râului Răut s-a realizat pe baza analizelor efectuate din 5 secțiuni ale râului în perioada vegetativă a anului 2013. Analiza comunităților fitoplanctonice indică prezența unei structuri algale dominate de bacilariofite cu o dezvoltare sezonieră normală. Din punct de vedere saprob, se constată numărul ridicat de specii betamezosaprobe, beta-, alfa- și alfamezosaprobe, ceea ce se reflectă și în media anuală a indicilor saprobi. Consumatorii primari din nevertebratele macrozoobentosului sunt reprezentați de oligochete, chiromonide, hirudinee, efemeroptere, trichoptere și diptere. Se observă un număr mare de bacterii. Datele obținute de către cercetătorii începători au fost incluse în tabelele de mai jos.

Tabelul 1. Componența macrozoobentosului în r. Răut (cartierul Dacia)

Nevertebrate sensibile	Nr.	Nevertebrate mai puțin sensibile	Nr.	Nevertebrate tolerante	Nr
Rusalii		Libelule zigoptere		Chiromonide	
Musca de stâncă	A	Libelule anizoptere		Simulide	
Gândaci de apă		Ploșnițe	B	Tipulide	
Frigane		Muște de arin		Măgărușul de apă	B
Melci – Vivipara de nămol		Tabanide		Lipitori	A
Planaria	A	Lătăuși	B	Tubularul	
		Racul de râu			
		Scoici de râu	A		
		Viermi inelți – stilaria			
nr de grupe 2 * 3=6		nr de grupe 3 * 2=6		nr de grupe 2 * 1=2	
VALOAREA INDICELUI TOTAL -14/satisfăcătoare (11-16)					

 Tabelul 2. Componența macrozoobentosului în r. Răut (cartierul Slobozia Nouă)

Nevertebrate sensibile	Nr.	Nevertebrate mai puțin sensibile	Nr.	Nevertebrate tolerante	Nr.
Rusalii		Libelule zigoptere		Chiromonide	
Musca de stâncă		Libelule anizoptere		Simulide	
Gândaci de apă	A	Ploșnițe		Tipulide	
Frigane		Muște de arin		Măgărușul de apă	B
Melci – Vivipara de nămol		Tabanide		Lipitori	A
Planaria		Lătăuși	B	Tubularul	A
		Racul de râu			
		Scoici de râu			
		Viermi inelți - stilaria			
nr de grupe 1 * 3=3		nr de grupe 1 * 2=2		nr de grupe 3 * 1=1	
VALOAREA INDICELUI TOTAL -6 / POLUATĂ (mai puțin 11)					

În baza acestor date elevii au dedus următoarea concluzie: după toate grupele de elemente hidrobiologice, calitatea apei este apreciată cu clasa intermediară III-IV, deci apa r. Răut se menține „moderat poluată” cu tendința spre „degradată”.

În Drochia s-au efectuat investigații care au dus la determinarea a 8 specii de licheni (tabelul 3). Cea mai mare diversitate de licheni a fost determinată în Parcul Comsomolist – 8 specii. Tot aici s-a înregistrat și o abundență de licheni pe trunchiul copacilor.

 Tabelul 3. Diversitatea de licheni din or. Drochia

Nr.	Specia	Gradul de toxitoleranță	Abundența lichenilor (%)	
			Parcul Central	Parcul Comsomolist
1	<i>Hypogymnia physodes</i>	I	-	20,3
2	<i>Parmelia acetabulum</i>	II	-	15,2
3	<i>Parmelia sulcata</i>	II	-	15,8
4	<i>Physcia aipolia</i>	III	12,7	19,9
5	<i>Physcia hispida</i>	III	48,7	36,8
6	<i>Physcia stellaris</i>	III	30,9	40,1
7	<i>Pseudevernia furfuracea</i>	I	-	13,9
8	<i>Xanthoria parietina</i>	IV	28,9	35,3

Cercetătorii pionieri au stabilit că aerul din Parcul Comsomolist este poluat datorită prezenței speciilor cu toxitoleranța I (*Hypogymnia physodes*, *Pseudevernia furfuracea*) și II (*Parmelia acetabulum*, *P. sulcata*). Totodată, în Parcul Central au fost identificate numai 4 specii. Aceasta indică că aerul în centrul orașului este moderat poluat cu o tendință spre poluare.

Rezultatele obținute în ambele studii au demonstrat însușirea unor afinități de cercetător datorită metodelor bioindicatoare aplicate de către elevi în terenurile experimentale. Concluziile obținute ne demonstrează capacitatea elevilor de analiză și aplicare a datelor științifice. În așa mod, s-a reușit educarea unui spirit de cercetător.

De aici reiese că eficacitatea și calitatea activității de cercetare științifică școlară este determinată de modul de a gândi și a acționa, a cunoaște și a descoperi noul, de capacitățile intelectua-

le și conduita exemplară, de stilul de a conduce și capacitățile decizionale, de arta de a lucra în echipă și profesionalismul conducătorului. Pentru ca elevul să depună un efort maxim în activitatea de cercetare, el trebuie să fie sigur de propriile capacități, să se afle în relații de colaborare cu profesorul, nu dictatoriale. Cadrele didactice trebuie să impună o cultură comportamentală adecvată, un anumit stil de a gândi, un cult al activității de cercetare, toate acestea determinând un randament înalt al activității de cercetare (Curea 2004: 30-32; Enășchescu 2012: 218; Marinescu 2010: 294; Neagu 2009: 110-121).

Scopul principal al activității de biomonitoring în cadrul școlii este facilitarea dobândirii unor cunoștințe care să permită înțelegerea problemelor de mediu în profunzimea și complexitatea lor, conducând, în final, la luarea deciziilor pe baza unei conștiințe ecologice, precum și la promovarea oportunităților de a avea experiențe directe cu mediul natural. Avantajul utilizării metodelor de bioindicație în programa extracurriculară este că facilitează schimbarea de atitudine și apariția motivației de a lucra în termeni științifici în favoarea soluționării problemelor de mediu. Pentru a asigura atingerea scopului implementării bioindicației și anume de a contribui la identificarea problemelor de mediu, este nevoie de o abordare științifică a subiectului prin metode științifice. Elementele naturale din jurul locuinței au un rol semnificativ asupra funcțiilor cognitive ale elevilor; chiar și observarea prezenței unui arbore sau participarea la activități de plantare s-a dovedit benefică în ceea ce privește capacitatea de direcționare a atenției. Natura are un efect de amortizare a stresului cotidian, vegetația și elementele naturale din locuință sau din apropiere acționând ca factori protectori pentru copii, deoarece scopul major al cercetării în învățământ este modificarea modului de gândire și a comportamentului indivizilor.

Realizarea cercetărilor de bioindicație în instituția de învățământ preuniversitar permite dezvoltarea acestor particularități prin comunicare, necesară la efectuarea cercetărilor, obținerea unui rezultat și determinarea valorii acestuia, având loc lărgirea și schimbul de interese ale elevilor. Drept urmare, elevii participanți la ora de biomonitoring au avut posibilitatea de a dezvolta și următoarele aptitudini:

- lucrul în echipă;
- ascultarea și acceptarea unor opinii diferite, dovedind astfel mai bune abilități sociale;
- rezolvarea unor probleme reale și capacitatea de autoeducare, aceste programe antrenând și elevii apatici care devin astfel interesați de studiu;
- a gândi în perspectivă, previzionar și planificativ;
- a considera valoarea problemelor din mai multe perspective și a lua decizii bine informate;
- a gândi sistematic și a privi natura prin prisma interconexiunilor ce se stabilesc la nivelul său;
- a forma și folosi deprinderi în procesele cunoașterii, cercetării, acționării, inițierii, imaginației, realizării de conexiuni și judecăți de valoare.

Drept urmare, aplicarea metodelor de bioindicație, ca activitate de cercetare, influențează curriculumul, îndeosebi performanțele școlare, prin:

- îmbunătățirea rezultatelor obținute la diferite materii (biologie, chimie, matematică, geografie);
- dezvoltarea capacității elevilor de a-și transfera și adapta cunoștințele din contextele familiare în cele noi;
- capacitatea elevilor de a pune în practică cunoștințele teoretice dobândite.

Lecțiile de bioindicație au dus la formarea unor aptitudini de investigare a mediului, efectuarea de măsurători, ce pot să conducă la formularea unor observații și aprecieri ce le verifică ideile; explorarea obiectelor, fenomenelor, proceselor, la prima vedere, folosind surse de informare variate (reviste, cărți, albume, casete, etc.). Activitatea științifică educă la elevi spiritul de inițiativă, entuziasmul, atitudinea responsabilă față de experimentul științific. Cercetând starea mediului ambiant cu ajutorul bioindicației în localitatea în care locuiesc, elevii deprind:

- să aplice cunoștințele teoretice despre organismele bioindicatori și metodele biondicatorare;
- să fixeze un plan de cercetare și să introducă corectările necesare;
- să analizeze și să prezinte rezultatele.

Adevărata însușire de cunoștințe în cadrul programei curriculare, privită chiar sub aspectul ei intelectual, presupune activitatea proprie a copilului, deoarece orice act de înțelegere include un joc de operațiuni și pentru că aceste operațiuni nu funcționează cu adevărat, decât în măsura în care au fost pregătite prin acțiuni, în sensul propriu al cuvântului. În așa fel, metodele de bioindicație utilizate, au oferit elevilor ocazia de cunoaștere bine fundamentată a realității, a proceselor și fenomenelor mediului înconjurător, prin folosirea procedurii de învățare prin cerce-

tare. Dacă la orele de biologie desfășurate în sălile de studii elevii urmează să recunoască legile naturii, atunci cunoașterea trebuie să se producă, pe cât e posibil, în natură. Iar bioindicația prezintă oportunitatea în realizarea acestui concept; în plus, facilitează învățarea prin colaborare (activitățile în echipe sau cu parteneri), gândirea critică și discuțiile, orientându-se pe strategii de acțiune și aplicații adaptate realităților vieții. Numai dacă aceasta a constituit rezultatul unui proces de cercetare personală, există garanția că avem de-a face cu mai mult decât o copie a unei ore de curs tradițională, ajunsă de multă vreme în sfera automatismelor. Cercetarea științifică la biologie permite îmbunătățirea capacității de înțelegere de către elevi a interacțiunii organismelor și relația lor cu mediul, alcătuirea, activitatea și importanța ecosistemelor etc.

O sarcină foarte importantă a acestei cercetări se referă și la formarea unei viziuni corecte asupra mediului înconjurător și asupra protejării lui, la dezvoltarea interesului elevilor și la formarea unei conduite adecvate. Astfel, încadrarea bioindicației în activitatea de cercetare urmărește îmbunătățirea pe termen lung a atitudinii și a comportamentului față de mediu a elevilor. Iar, prin intermediul copiilor pot avea o influență și asupra celorlalte generații, ajungând în final să comunice cu mai multe grupe de vîrstă.

Elevii au avut o atitudine mult mai pozitivă față de natură la finalul orelor desfășurate în aer liber, decât în urma activităților din sălile de curs. Părinții și educatorii conștienți de importanța acestor experiențe sunt mai interesați și mai dispuși să ofere oportunitatea explorării naturii copiilor pe care îi au în îngrijire, decât cei fără conștiință de mediu. Practicarea bioindicației a dovedit existența unor relații pozitive între experiența în aer liber în cursul primilor ani de viață și atitudinea față de mediu a elevilor. Persoanele care au participat la astfel de activități au arătat o atitudine și un copartiment pro-mediu bazat pe rezultatele științifice obținute de ei înșiși, participând la cercetare. Formarea atitudinii față de mediu este parțial responsabilă și de existența relației dintre experiențele din natură din copilărie, adolescență și comportamentul față de mediu ca adult.

Bibliografie:

1. Анищенко, Л., *Экологические исследования учащихся: бриоиндикация*, în *Биология в школе*, 2011, № 8, с. 54-64.
2. Balaceanu, Oana Andra, *Educația ecologică formală și importanța ei pentru dezvoltarea durabilă*, în *Columna*, nr. 2, 2013, p. 323-330.
3. Bilețchi, Lucia, *Contribuția diferitor grupuri de hidrobionți în monitoringul apelor de suprafață în Materialele Conferinței Internaționale „Managementul integral al resurselor naturale din bazinul transfrontalier al Fuvului Nistru”*, Chișinău, 2004, p. 49-51.
4. Brezeanu, G.; Cioboiu, O.; Ardelean, A., *Ecologie acvatică*, Arad, Editura „Vasile Goldiș” University Press, 2011.
5. Corlan, Alexandru, *Cercetarea științifică nu este o activitate comercială în Ad Astra*, nr. 4, 2005, p. 14-24.
6. Curea, Natalia, *Cercetarea și randamentul școlă*, în *Fizica și tehnologii moderne*, vol. 2, nr. 1-2, 2004, p. 30-32.
7. Dolință, Zinaida, *Biologie: lecție în natură*, în *Făclia*, nr. 9 (3171), 2011, p. 11.
8. Enăschescu, Eugenia, *Cercetarea științifică în educație și învățământ. Întrebări cu și fără răspunsuri imediate*, București, Editura Universitară, 2012.
9. Hercuta, R.; Purtan, S.; Balog, B., *Contribuții la studiul comunităților de nevertebrate macrozoobentice din două habitate din Dobrogea*, în *Bihorean Biologist*, Vol. 2, 2008, p.21-26.
10. Krausz, Sandală, *Metodologia cercetării științifice*, Petroșani, Editura Universitas, 2007.
11. Marinescu, Marina. *Didactica biologiei*, Pitești, Editura Paralela 45, 2010.
12. Munteanu, C.; Dumitrașcu, M.; Iliuță, R.-A., *Ecologie și protecția calității mediului*, București, Editura Balneară, 2011.
13. Neagu, Gabriela, *Inovația în învățământ*, în *Calitatea vieții, XX*, nr. 1-2, 2009, p. 110-121.
14. Topalo, Valentina, *Informarea și educația ecologică a utilizatorilor universitari bălteni*, în *Confluente bibliologice*, 2013, nr. 1/2, p. 44-49.
15. Ujvarosi, Lujza, *Trichopterele în aprecierea calității apelor curgătoare și metodologia folosirii trichopterelelor ca bioindicatori*, în *Lucrările Conferinței regionale „10 ani de cercetare a râurilor din bazinul Tisei”*, Târgu Mureș, 21-24 martie, 2002, p. 73-80.
16. Vlada, Marin. *Metodologia conceperii, elaborării și redactării lucrărilor științifice*, în *Consecvență-Competență-Claritate-Viziune-Inovare-Performanță*, Conferința Națională de Învățământ Virtual, ediția a VII-a, 30 oct.-1 nov. Iași, 2009, p. 47-53.