

INTERDISCIPLINARITATEA – O MODALITATE DE ACȚIUNE ȘI GÂNDIRE ÎN CONTEXTUL UNUI ÎNVĂȚĂMÂNT MODERN

Genoveva-Alina CARNARIU¹

gen_alina@yahoo.com

ABSTRACT: Although there is not always agreement on these definitions, it is clear that areas of research are dynamic -- continually emerging, melding, and transforming. What is considered interdisciplinary today might be considered disciplinary tomorrow.

Interdisciplinary research is a mode of research by teams or individuals that integrates information, data, techniques, tools, perspectives, concepts, and/or theories from two or more disciplines or bodies of specialized knowledge to advance fundamental understanding or to solve problems whose solutions are beyond the scope of a single discipline or area of research practice.

KEYWORDS: interdisciplinary, education, development, knowledge.

Motto: „Cel mai puternic argument pentru interdisciplinaritate este chiar faptul că viața nu e împărțită pe discipline”.

(J. Moffett)

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.

Ideea de bază a interdisciplinarității constă în faptul că aparatul conceptual și metodologic al mai multor discipline este utilizat în interconexiune pentru a examina o temă sau o problemă, dar mai ales pentru a dezvolta competențe integrale- transversale cheie. La nivel interdisciplinar, transferurile metodologice și conceptuale dintr-o disciplină în alta sunt frecvente. Dezvoltarea unui domeniu al cunoașterii nu se poate produce izolat, fără stabilirea unor corelații puternice cu progresul din celelalte domenii.

¹ Profesor la Școala Gimnazială „Gh. I. Brătianu”, IAȘI.

În mod tradițional, conținutul disciplinelor școlare a fost conceput cu o accentuată independență a unor discipline față de altele, adică fiecare disciplină de învățământ să 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. În unele cazuri la unele materii sunt necesare noțiuni teoretice de la alte materii, iar aceste noțiuni teoretice sunt predate mai târziu. În alte cazuri aceleași noțiuni teoretice sunt predate la materii diferite, pierzându-se astfel timp prețios.

Continuțul unui învățământ interdisciplinar poate fi promovat la nivelul planului de învățământ, la nivelul programelor școlare (prin urmărirea legăturilor între obiecte și prin formularea unor obiective instructiv-educative comune), la nivelul manualelor școlare și prin conținutul lecțiilor. Pentru a utiliza această metodă, profesorul trebuie să cunoască bine și altă disciplină decât cea pe care o predă, să cunoască programele școlare corespunzătoare disciplinelor respective și să găsească aplicații interesante ce utilizează noțiuni de la mai multe materii.

Discipline precum științele, matematica, fizica, chimia sau biologia surprind problemele fundamentale ale vieții. Fiecare dintre aceste discipline prelucrează cunoștințele din natură. Aceleași conținuturi pot fi abordate prin metode și instrumente specifice fiecărei discipline, dar pot fi studiate și prin același tip de metode investigative de tipul experimentului sau proiectului. De cele mai multe ori, matematica devansează teoretic celelalte științe, deschizând drumuri, construind modele. Matematica oferă suport teoretic pentru multe discipline: fizică, chimie, biologie. O ecuație matematică poate fi o lege în chimie sau fizică. Proporțiile, funcțiile trigonometrice, ca și alte abstractizări ale matematicii se întâlnesc în fizică și chimie la orice pas pentru descifrarea tainelor naturii.

Cele câteva argumente de ordin epistemologic sunt completate de altele de ordin pedagogic:

- necesitatea deplasării accentului pe antrenarea capacităților intelectuale ale elevilor, pe descoperirea prin implicare directă în proiecte sau experimente;

- formarea unor abilități precum capacitatea de observare, măsurare, comparare,

- clasificare, deducție, investigație, de folosire a cunoștințelor în diverse situații practice;

- crearea motivației pentru învățare în domeniul științelor;

- orientarea spre activități cu caracter practic;
- sporirea gradului de implicare al elevului și, implicit, și motivația pentru învățare.

Disciplina opțională ce pune în practică un curs interdisciplinar este concepută în vederea achiziției de cunoștințe și dezvoltării de competențe, capacități, atitudini de către elevii din învățământul gimnazial și liceal, cu un buget de timp de o oră pe săptămână pe parcursul unui an de studiu.

Structura disciplinei se bazează atât pe o serie de invariante, cât și pe elemente variabile, după cum urmează:

Invariante:

- cursul se derulează pe parcursul unui an de studiu;
- activitățile de predare-învățare-evaluare pot fi susținute de profesori de matematică și biologie;
- cursul are 6 teme fixate prin programa de față;
- fiecare temă are asociate competențe specifice/ obiective de referință, în raport cu care se va proiecta secvența de predare-învățare-evaluare;
- fiecare temă va fi abordată interdisciplinar, fiind implicate și relaționate secvențe specifice matematicii și biologiei, precum și secvențe de modelare a realității, cu impact practic și cotidian, cu relevanță pentru prezent, dar mai ales pentru societatea în care vor trăi elevii care se află acum în școală.

Variabile:

- cursul poate fi ales la oricare dintre clasele a VIII-a până la a XII-a, inclusiv;
- conținuturile disciplinei sunt selectate de profesor în conformitate cu temele propuse, respectând particularitățile de vârstă ale elevilor, specificul clasei (nivel de performanță, stiluri de învățare), specificul local, resursele unității de învățământ și așteptările elevilor;
- metodele și instrumentele de evaluare vor valorifica în special abordările complementare și vor pune accent pe rezolvarea sarcinilor în echipă prin asumarea de roluri și responsabilități;
- transferul noțional și dezvoltarea de competențe se face atât într-un cadru formal, cât și într-unul care implică situații informale;
- resursele implicate – locație, mijloace și materiale didactice, surse de informare și de procesare a informației.

Un curriculum în concordanță cu actualele teorii educaționale

Realitățile contemporane impun implementarea unui set de transformări funcționale și structurale la nivelul modului de conceptualizare a curriculumului școlar. Transformările vizează atât experiențele de învățare propuse de către învățământul primar, gimnazial și liceal, cât și desfășurarea proceselor de instruire din clasa de elevi.

Existența universală este ghidată de un principiu general al unității – integralitatea.

Paradigma curriculară actuală permite manifestarea în sistemul de învățământ a acestui principiu atât la nivelul proiectiv, cât și la cel al transpunerii în acțiune.

H. H. Jacobs definește interdisciplinaritatea ca pe 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 sau o experiență” (1989, p. 8).

Curriculumul integrat propus presupune crearea de conexiuni semnificative între teme sau competențe care sunt de regulă formate separat, în interiorul diferitelor discipline.

Învățământul secolul XXI este caracterizat prin mobilitate, atât ca proces, cât și ca sistem, termenul de reformă fiind înlocuit cu termenul de revizuire continuă, în consonanță cu dinamica schimbărilor societăților moderne, datorate ratei de creștere a informației.

Programa disciplinei optionale are în vedere realitățile școlii românești, fiind construită ca o abordare complementară față de curriculum, bazată pe:

- valorificarea cunoștințelor și experiențelor elevilor dobândite prin educația anterioară sau prin existența lor cotidiană;
- orientarea către latura pragmatică a aplicării curriculumului;
- completarea dimensiunii cognitive cu dimensiunea afectiv – atitudinală și morală din perspectiva finalităților educației;
- promovarea în cadrul sugestiilor metodologice a unor strategii care să respecte exigențele unei învățări durabile.

Utilizarea tehnologiei informației și comunicațiilor în demersurile didactice

Eficiențizarea demersurilor didactice poate fi asigurată prin utilizarea de mijloace și materiale didactice interactive, atractive, care presupun

utilizarea bibliotecilor virtuale ca sursă de informare, modelarea unor fenomene și prezentarea unor aparate, realizarea unor experimente virtuale, prelucrarea datelor obținute, realizarea rapoartelor, prezentarea media a informațiilor și a rapoartelor.

Un astfel de model de aplicabilitate a interdisciplinarității este și următorul curs opțional:

CDS / OPȚIONAL NOU INTERDISCIPLINAR

ARIA CURRICULARĂ: *Matematică și științe*

DENUMIRE OPȚIONAL: *Între matematica și biologie*

TIPUL DE OPȚIONAL: Interdisciplinar: matematică și biologie

DURATA: 1 an școlar, 36 de ore

MODUL DE DESFĂȘURARE:

– număr de elevi:

– clasa:

PROPUNATOR:

– prof. **Alina Carnariu**

– specialitatea: **matematică**

– gradul didactic II

Proiect de programă (teme/conținuturi).

Argument și viziune

Prin structură, obiective și conținut, educația trebuie să răspundă neconținut exigențelor cerute de evoluția realității naționale și internaționale.

În acest context se regăsesc noi tipuri de conținuturi și noi educații propuse în planurile școlare care schimbă ponderea demersului educativ către învățarea inovatoare bazată pe formularea de probleme care se regăsesc în viața de zi cu zi.

În cursul ultimilor ani nivelul de profesionalism cerut pe piața forței de muncă este în creștere. Datorită acestui fapt a apărut un proces de înnoire care a investit pe plan didactic și în general, în mediile formaționale. Elementele experimentale, promovate și activate în institute de cercetare, au avut ca principale mijloace tehnologia și aplicațiile multimedia. Aceasta este o modalitate a comunicației rezultată ca sinteză a informaticii, matematicii și științelor naturii.

Unul din domeniile în care multimedia și-a găsit o firească aplicație a fost cel școlar, didactic și al proceselor de învățare. În viitorul apropiat practica lecției „față în față” va fi în mare parte înlocuită de o activitate educativă care să consimtă deplasarea esenței dinamice a procesului către cei care studiază. În acest sens se pot contura patru scenarii educative:

- clasa laborator – unde profesorul folosește experimentul real sau virtual pentru a-și îmbogăți lecțiile;
- studiul individual al elevului;
- evaluarea;
- proiectarea activă a aplicațiilor.

Astfel devine esențială pregătirea copiilor pentru a fi capabili să utilizeze tehnologia multimedia. Pe de altă parte, orice domeniu de activitate folosește mai mult sau mai puțin informații care pot fi transmise, recepționate și prelucrate eficient numai cu ajutorul calculatorului. Eficiența unor astfel de procese face ca tehnica prelucrării automate a datelor să devină „un al doilea alfabet” într-o societate a Mileniului III. Cele afirmate anterior constituie motive care implică demersuri didactice ce încearcă să pună la dispoziția elevilor modalități de învățare capabile să dezvolte competențe și atitudini cum ar fi:

- comunicarea inteligentă și eficientă;
- gândirea sistematică și creativă;
- munca intelectuală;
- necesitatea îmbogățirii cunoștințelor;
- utilizarea tehnologiei multimedia;
- culegerea informației (a datelor);
- utilizarea informației prelucrată cu ajutorul calculatorului;
- prelucra datelor experimentale

Opționalul de față își propune „școala altfel” prin care elevul să fie cel care descoperă concepte științifice în viața de zi cu zi, concepte pe care încearcă să le înțeleagă analizând cu metodele cercetării științifice și formulând răspunsuri abordând puncte de vedere interdisciplinare.

Competente generale și specifice

- Cunoașterea și înțelegerea fenomenelor fizice, a terminologiei, a conceptelor, a legilor și a metodelor specifice domeniului; explicarea funcționării și utilizării unor produse ale tehnicii

- Modelarea matematică a unor contexte problematice variate, prin integrarea cunoștințelor din diferite domenii

- Utilizarea algoritmilor și a conceptelor matematice pentru caracterizarea locală sau globală a unei situații concrete
- Investigarea științifică experimentală și teoretică
- Rezolvarea de probleme practice și teoretice prin metode specifice
- Comunicarea folosind limbajul științific
- Protecția propriei persoane, a celorlalți și a mediului înconjurător

Activități de învățare și sugestii metodologice

Timpul alocat pentru studierea opționalului este de 36 de ore pe an. Notarea în catalog se face în rubrică separată prevăzută pentru CDȘ. Predarea poate fi realizată de un grup de profesori care își împart atribuțiile în funcție de teme sau de același profesor.

Dat fiind subiectul opționalului, profesorul va orienta demersul didactic pe observare, investigație și lucrări practice. Se recomandă în acest sens folosirea proiectelor de grup sau individuale a căror temă va fi anunțată la începutul unității de conținut. În funcție de nivelul elevilor, profesorul va oferi sau nu sprijin pentru stabilirea obiectivelor și etapelor proiectului.

Dobândirea competențelor specifice se poate realiza prin organizarea activităților de predare-învățare-evaluare urmărind folosirea metodelor interactive care favorizează formarea abilităților de lucru în echipă.

Pentru formarea și consolidarea competențelor specifice pot fi folosite și metode active, așa cum sunt: studiul de caz, portofoliul, învățarea prin descoperire, învățarea problematizată, conversația, demonstrația.

Necesitatea instruirii pe baza experimentării este rezolvată în societatea informațională prin folosirea sistemelor de realitate virtuală și realitatea augmentată. Evoluția TIC permite eliminarea barierelor de spațiu și timp în educație. Posibilitățile de comunicație multimedia fac să dispară nevoia prezenței simultane a profesorului și elevului în aceeași încăpere pentru desfășurarea unor activități de instruire.

În acest context se propune utilizarea mediilor virtuale care pot duce cursantul într-o lume interactivă, unde să exerseze materia însușită. În aceste medii cursantul are un rol activ, iar interactivitatea susține procesele de învățare creativă, prin descoperire. Se propune un mediu virtual organizat pe baza ideii de campus virtual, iar imaginea anterioară arată pagina de start a unui astfel de site.

Modelarea și simularea de fenomenelor întâlnite în viața de zi cu zi presupune culegere și prelucrări de date, rezolvarea de probleme, accesul la informație. Pentru ca toate acestea să poată fi eficient integrate în procesul didactic, cu costuri minime, calculatorul este o soluție care pune în centrul procesului elevul.

Imaginile de mai jos ilustrează astfel de situații

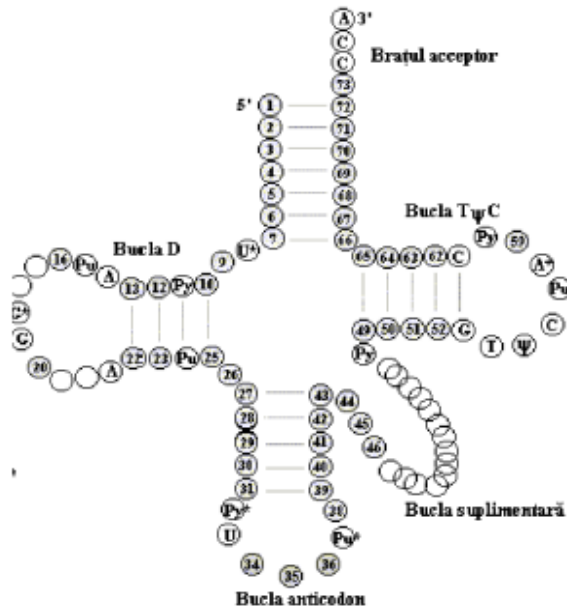


Fig. 1 – Structura moleculară de ARN

Prelucrarea unor date culese experimental presupune deprinderea unor noțiuni specifice fenomenului studiat, cunoașterea unor modele matematice corespunzătoare, calcule laborioase și deprinderi de interpretare a rezultatelor. Prin intermediul calculatorului demersul poate fi redus la analiza rezultatelor cu condiția proiectării realizate de profesor cu ajutorul unor aplicații specializate (Mathlab, Cabri3D).

Utilizarea aparatului matematic care face ca programa să implice interdisciplinaritatea biologie-matematică se recomandă a fi folosit doar pentru clarificarea conceptelor și nu ca o oportunitate de a rezolva o problemă de matematică.

Conținuturi (teme): Tema I: Mulțimi, relații, funcții

Competențe specifice

- Colectarea de informații utilizând surse reale și virtuale în scopul documentării;
- Identificarea în limbaj cotidian sau în probleme a unor noțiuni specifice logicii matematice și teoriei mulțimilor;
- Determinarea unor funcții care satisfac anumite condiții precizate;
- Utilizarea unor modele matematice/științifice pentru rezolvarea de probleme și situații problemă din lumea înconjurătoare;
- Interpretarea informațiilor conținute în reprezentări grafice prin utilizarea de estimări, aproximări și strategii de optimizare;
- Analiza unor situații practice și descrierea lor cu ajutorul funcțiilor;
- Deducerea unor proprietăți ale funcțiilor numerice prin lectură grafică;
- Utilizarea TIC în prelucrarea și prezentarea datelor;
- Cooperarea cu ceilalți în rezolvarea de probleme teoretice și/sau practice în contexte diferite;

Conținuturi

Multimea: definiții, elemente, relații, operații cu mulțimi (1h)

*Funcții; lecturi grafice-*reper cartezian, produs cartezian; reprezentarea prin puncte a unui produs cartezian de mulțimi numerice; condiții algebrice pentru puncte aflate în cadrane (2h)

Funcția: definiție, exemple, exemple de corespondențe care nu sunt funcții, exemple de corespondențe care nu sunt funcții, modalități de a descrie o funcție; egalitatea a două funcții, imaginea unei funcții, graficul unei funcții.(2h)

Compunerea funcțiilor; exemple pe funcții numerice (1h)

Tema II: Ereditatea și variabilitatea organismelor vii (legile lui Mendel)

Competențe specifice

- Descrierea fenomenelor observate, întâlnite în viața de zi cu zi, după criteriile date;
- Reprezentarea lumii vii pe baza modelelor
- Aplicarea unor algoritmi de identificare și rezolvare de probleme;
- Utilizarea corectă a terminologiei specifice biologiei în diferite situații de comunicare;
- Prezentarea informațiilor folosind diverse metode de comunicare;

- Argumentarea importanței teoretice și practice a noțiunilor de biodiversitate și de genetică;
- Utilizarea TIC în culegerea informațiilor și datelor;
- Explorarea sistemelor biologice;
- Utilizarea și construirea de modele și algoritmi în scopul demonstrării principiilor lumii vii;
- Transferarea și integrarea cunoștințelor și metodelor de lucru specifice biologiei în contexte noi.

Conținuturi

- Monohibridismul – Legea I (purității gameților);
- Aplicații, probleme
- Dihibridismul – Legea a II-a a lui Mendel
- Linkage și crossing over
- Abateri de la segregarea mendeliană (alte tipuri de segregare)
- Aplicații ale transmiterii ereditare a caracterelor și rezolvări de probleme

Tema III: Grafuri

Competențe specifice

- Identificarea unor probleme concrete a căror rezolvare necesită abordarea cu ajutorul grafurilor;
- Transpunerea în reprezentări pe graf a unor probleme date;
- Utilizarea tehnicilor de lucru în grafuri pentru determinarea de soluții;
- Descrierea tuturor variantelor unei probleme cu ajutorul grafurilor;
- Aplicarea metodelor de optimizare cu ajutorul grafurilor în rezolvarea unor probleme;
- Utilizarea TIC în culegerea informațiilor și datelor;

Conținuturi

- Grafuri orientate/ neorientate; drum/lanț
- Aplicații
- Graf complet, subgraf, graf planar
- Graf conex, arbore
- Problema drumului optim; aplicații
- Aplicații

Tema IV: Teoria sistemică și nivelurile de organizare a lumii vii

Competențe specifice

- Identificarea principalelor etape ale evoluției lumii vii;
- Observarea și caracterizarea componentelor ecosistemelor.
- Estimarea influenței factorilor de mediu biotici și abiotici asupra evoluției ecosistemelor;
- Alcătuirea unor scheme ale evoluției lumii vii.
- Explicarea funcțiilor materialului genetic, a ecosistemului și a evoluției lumii vii folosind o terminologie științifică adecvată;
- Evaluarea calitativă și cantitativă a variațiilor materialului genetic și ecosistemelor;
- Formularea unor concluzii proprii utilizând corect terminologia adecvată și argumentarea lor pe baza conceptelor biologice fundamentale;
- Analiza unor mecanisme de reglaj la nivel celular și de ecosistem;
- Recunoașterea structurii și funcțiilor materialului genetic;
- Utilizarea investigației și a experimentului pentru evidențierea și explicarea funcțiilor materialului genetic
- Construirea de modele pentru evidențierea structurii, organizării și funcțiilor materialului genetic.

Conținuturi

- Categoriile și relații trofice în ecosisteme
- Lanțuri și rețele trofice
- Piramide trofice; piramida numerelor
- Metode de investigare a ecosistemelor:
 - analiza factorilor abiotici;
 - analiza factorilor biotici.
- Genetica moleculară: acizii nucleici, codul genetic, sinteza proteinelor
- Reglajul genetic, organizarea acizilor nucleici în virusuri și celule;

Tema V: Structuri algebrice

Competențe specifice

- Recunoașterea multimilor de numere și a unor structuri algebrice;
- Identificarea unei structuri algebrice prin verificarea proprietăților acesteia;
- Compararea proprietăților algebrice sau aritmetice ale operațiilor definite pe diverse mulțimi în scopul identificării unor algoritmi;

- Utilizarea proprietăților unor operații pentru identificarea structurilor algebrice;
- Utilizarea proprietăților structurilor algebrice în probleme practice uzuale;
- Transferarea, între structuri izomorfe, a datelor initiale și a rezultatelor, pe baza proprietăților operațiilor;

Conținuturi

- Lege de compoziție internă, parte stabilă; Proprietățile legilor de compoziție
- Monoizi
- Grupuri, subgrupuri
- Aplicații
- Morfisme și izomorfisme de grupuri
- Aplicații

Tema VI: Sistemul nervos

Competențe specifice

- Utilizarea corectă a terminologia specifice biologiei în diferite situații de comunicare;
- Culegerea de date din surse variate de informare/ documentare în scopul asimilării de cunoștințe despre structura și funcțiile organismelor;
- Clasificarea sistemului nervos după funcție și după poziția organelor în corpul uman;
- Enumerarea componentelor arcului reflex și explicarea rolului fiecărei componente a arcului reflex;
- Utilizarea datelor experimentale în elaborarea unor referate
- Interpretarea datelor experimentale și a reprezentărilor grafice;
- Formularea observațiilor și concluziilor științifice asupra unor experimente;
- Prezentarea sub formă scrisă sau orală a rezultatelor unui demers de investigare individuală sau în echipă folosind terminologia științifică;

Conținuturi

- Neuronul: alcătuire și proprietăți
- Organizarea generală a sistemului nervos
- Reflexul – răspunsul organismului la stimuli
- Aplicații matematice
- Reprezentări grafice ale sistemului neuronal folosind softul educațional

– Rețele neuronale artificiale

Valori și atitudini

Se așteaptă de la elevi să dezvolte:

- conștientizarea influenței științelor naturii asupra calității vieții;
- respect față de argumentația științifică;
- atitudine favorabilă față de știință și de cunoaștere în general;
- grija față de propria persoană, față de ceilalți, față de mediu;
- dezvoltarea abilităților de lucru în echipă;
- toleranță față de opiniile exprimate de alții;
- interesul pentru aplicarea cunoștințelor în viața cotidiană;
- spiritul critic;
- asumarea responsabilității;
- obișnuința de a recurge la concepte și metode de tip algoritmic specifice în abordarea unei varietăți de probleme;
- curiozitate pentru utilizarea resurselor informatice;

Evaluarea

În afara tehnicilor tradiționale de evaluare (chestionare orale, teste de evaluare prin activități practice, grile de observare) se recomandă și folosirea altor modalități alternative: proiectul și portofoliul. În ceea ce privește evaluarea prin intermediul proiectului, acesta se poate realiza pentru: tehnica de lucru folosită, pentru modul de prezentare și/sau produsul realizat. Cele patru dimensiuni utilizate în evaluare, în cazul proiectului, sunt:

- operarea cu fapte, concepte, deprinderi dobândite prin învățare;
- calitatea produsului: creativitatea, imaginația, tehnica estetică, execuția, realizarea;
- reflecția: capacitatea de a se distanța de propria lucrare având permanent în vedere propriile obiective, de a evalua progresul făcut și de a face modificările necesare;
- comunicarea, atât pe durata realizării, cât și a prezentării acestuia.

Evaluarea curentă se poate face urmărind secvențial formarea deprinderilor de lucru prin folosirea fișelor de evaluare și autoevaluare.

Pentru evaluare se recomandă a fi utilizate metode tradiționale și alternative:

- sistematică a comportamentului elevilor, a atitudinilor față de o

sarcină dată, a comportamentului comunicativ, a modului de asumare a responsabilității;

- investigația;
- testarea și analizarea proiectelor;
- autoevaluarea prin care elevul compară nivelul la care a ajuns cu obiectivele și standardele educaționale;

Ca instrumente de evaluare se pot folosi:

- fișe de observație (pentru probe practice);
- fișe test (pentru probe scrise);
- fișe de lucru;
- fișe de autoevaluare (pentru probe orale și scrise);
- chestionare;
- liste de control – verificare;

Descriptori de performanță

Se urmărește educarea elevilor în ideea că orice activitate trebuie să se finalizeze cu un produs. Ei vor rezolva probleme cu calcul matematic, sau calitative, realizează rebusuri și le rezolvă și chiar power pointuri la diverse teme din programa.

Resurse

Resurse materiale:

- sală: laborator biologie;
- sală: laborator informatică;
- videoproiector;
- tablă;
- truse de instrumente;
- sisteme de calcul cu conexiune la internet;
- pachete software educațional.

Resurse umane:

- profesor biologie;
- profesor matematică

Bibliografie (pentru optional)

Aplicații ale matematicii în biologie

a) Folosirea numerelor reale în aprecierea cantitativă a mărimilor

1) Aerul intră și iese din plămâni printr-un sistem de tuburi înalt ramificate. Pornind de la trahee, după un număr de aproximativ 22 de ramificații

dichotomice, fiecare tub ajunge în final la un „ciorchine” de alveole pulmonare. Să se calculeze numărul mediu de alveole dintr-un ciorchine dacă într-un plămân se găsesc aproximativ 400 de milioane de alveole.

Rezolvare: Din fiecare ramificație dichotomică rezultă 2 ramuri și există 22 de ramificații, numărul final de ramuri (ciorchini alveolari) va fi: $2^{22} \cdot 2^{22}$.

Pentru a ușura calculul scriem $2^{22} \cdot 2^{22} = 2^{21} \cdot 2^{10} \cdot 2^{10} \cdot 2^{10} \cdot 2^{10}$, iar $2^{10} \cdot 2^{10} = 2^5 \cdot 2^5 \cdot 2^5 \cdot 2^5 = 32 \cdot 32 = 1024 \Rightarrow 2^{22} \cdot 2^{22} = 4 \cdot 1024 \cdot 1024 = 4.194.304$ ciorchini alveolari.

Împărțind acum cele 400.000.000 de alveole la nr. de ciorchini rezultă în medie aproximativ 95 alveole/ciorchine (mai exact, 95,367).

2) Sângele unui adult conține în jur de 5 milioane de hematii pe microlitru ($\mu\mu\text{l}$). Fiecare decilitru de sânge conține cca 15 g de hemoglobină din care 0,38% este fier și fiecare hematie conține în jur de 250 de milioane de molecule de hemoglobină. Știind că același adult are 6 litri de sânge, se cere să se calculeze:

- I. Câte hematii se află în sângele adultului?
- II. Câte grame de hemoglobină și câte de fier conține sângele adultului?
- III. Care este masa aproximativă a unei molecule de hemoglobină?
- IV. Care este masa moleculară aproximativă a hemoglobinei?

Rezolvare:

I. $6 \text{ l} = 6 \cdot 10^6 \mu\mu\text{l}$, iar $1 \mu\mu\text{l} = 5 \cdot 10^6$ hematii

$n = 5 \cdot 10^6 \cdot 6 \cdot 10^6 = 30 \cdot 10^{12}$ (30 de trilioane de hematii)

II. Dacă 1 dl = 10–1l conține 15 g de hemoglobină, atunci 6 l vor conține cantitatea de hemoglobină $QH = \frac{6 \cdot 156 \cdot 15}{10 \cdot 10} = 900 \text{ g} \Rightarrow QFe = \frac{900 \cdot 0,38}{100} = 3,42 \text{ g}$;

III. Dacă 1 $\mu\mu\text{l}$ de sânge conține $5 \cdot 10^6$ hematii, atunci 1 dl = 10–1l = 105 $\mu\mu\text{l}$ conține $5 \cdot 10^{11}$ hematii. Cum fiecare hematie conține $250 \cdot 10^6$ molecule de hemoglobină vor rezulta $2,5 \cdot 10^8 \cdot 5 \cdot 10^{11} = 1,25 \cdot 10^{20}$ molecule de hemoglobina într-un decilitru de sange. Deci, dacă $1,25 \cdot 10^{20}$ molecule au 15 g, atunci o molecula va avea $mH = \frac{15}{1,25 \cdot 10^{20}} = \frac{15}{1,25 \cdot 10^{20}} = 10^{-19} \text{ g}$;

IV. Știind că un mol de substanță conține un număr de molecule egal cu numărul lui Avogadro ($N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$), atunci masa moleculară a hemoglobinei (1 mol de hemoglobina) va fi:

$M_H = 6,023 \cdot 10^{23} m_H = 6,023 \cdot 10^{23} \cdot 10^{-19} = 6,023 \cdot 10^4 \approx 60000$ (valoare ce apare în cărțile de biochimie).

3) Suprafața pielii unui adult poate fi calculată după formulă:

$S_p = 0,007184 \cdot m^{0,425} \cdot h^{0,725}$, unde m reprezintă masa individului exprimată în kg , h

Înălțimea exprimată în cm , iar S_p se măsoară în m^2 . Luând în considerare ca un adult cu masa de $80 kg$ și înălțimea de $180 cm$ să se calculeze care este suprafața pielii în conformitate cu formula de mai sus. (Se dau: $\lg 0,007184 \approx -2,143$; $\lg 2 = 0,301$; $\lg 3 = 0,477$).

Rezolvare:

Rezolvarea se face prin logaritmare având în vedere ca este dat valoarea logaritmului constantei din ecuație.

$$\lg m = \lg 80 = \lg(8 \cdot 10) = \lg(2^3 \cdot 10) = 3 \lg 2 + \lg 10 = 3 \cdot 0,301 + 1 = 1,903$$

$$\lg h = \lg 180 = \lg(18 \cdot 10) = \lg(2 \cdot 3^2 \cdot 10) = \lg 2 + 2 \lg 3 + \lg 10 = 0,301 + 2 \cdot 0,477 + 1 = 2,255$$

$$\text{Putem scrie: } \lg S_p = \lg 0,007184 \cdot m^{0,425} \cdot h^{0,725} = \lg 0,007184 + 0,424 \lg m + 0,725 \lg h \Rightarrow \lg S_p = -2,143 + 0,425 \cdot 1,903 + 0,725 \cdot 2,255 \approx 0,301 \Rightarrow 10^{\lg S_p} = 10^{0,301} = 2$$

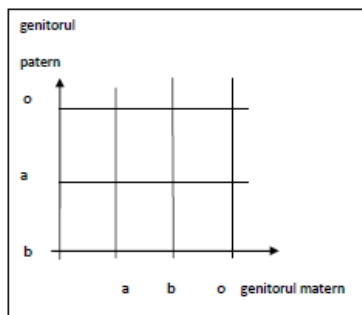
Rezultă foarte simplu ca $S_p = 2 m^2$

b) Relații și funcții

1) Fie sistemul de antigeni A, B ce guvernează cele 4 grupe sanguine (A, B, AB, O).

Existența acestor grupe sanguine poate fi explicată prin prezența a trei gene alele (au același locus pe cromozomi), fiecare determinând manifestarea unui anumit caracter. Notăm cele trei alele cu a, b, o .

Genele a și b sunt dominante față de o (care este recesivă) și codominante una în raport cu cealaltă. Pentru a obține muștimea tuturor combinațiilor posibile de câte două gene din zigot vom reprezenta mulțimea alelelor provenite celula paternă pe axa verticală, iar cele provenite din celula maternă pe axa orizontală ca în desen:



Cele 9 puncte de intersecție din figură formează perechile: $aa, ab, ao, ba, bb, bo, oa, ob, oo$. Dar acestea nu sunt altceva decât produsul cartezian al celor două mulțimi:

$$M \times M = \{a, b, o\} \times \{a, b, o\} = \{(a,a), (a,b), (a,o), (b,a), (b,b), (b,o), (o,a), (o,b), (o,o)\}$$

Însă există doar 6 genotipuri distincte eliminând perechile identice de tipul (a,b) cu (b,a) , iar datorită raporturilor de dominanță a genelor alele, vor exista doar 4 fenotipuri, adică 4 grupe sanguine.

Perechile $(a,a), (a,o), (o,a)$ vor da grupa sanguină A, perechile $(b,b), (b,o), (o,b)$ grupa sanguină B, perechile $(a,b), (b,a)$ vor constitui grupa sanguină AB, iar perechea (o,o) va corespunde grupei O.

2) Fiind data submultimea de perechi R, definită ca:

$R = \{(a,f), (b,a), (b,f), (c,b), (c,e), (d,c), (e,b), (e,d), (e,f)\}$, ce face parte din produsul cartezian $P = \{a,b,c,d,e,f\} \times \{a,b,c,d,e,f\}$, unde $\{a,b,c,d,e,f\}$ reprezintă mulțimea unor neuroni interconectați într-o rețea. Să se stabilească schema conexiunilor functionale, dacă ea este reprezentată prin relația R.

Rezolvare:

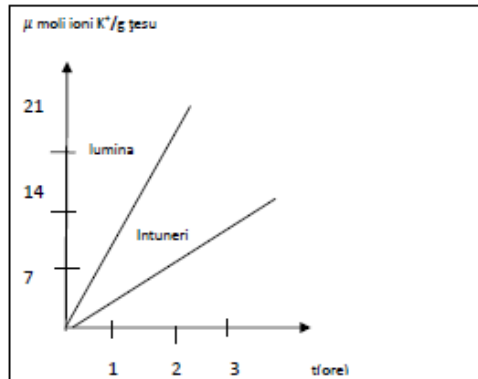
Relația $R = \{(a,f), (b,a), (b,f), (c,b), (c,e), (d,c), (e,b), (e,d), (e,f)\}$ poate fi interpretată ca: neuronul a trimite impulsul neuronului f (sau f primește impuls de la a), neuronul b trimite impuls lui a și lui f etc. Cea mai elegantă și simplă schemă a conexiunilor functionale se obține aranjând neuronii în varfurile unui hexagon.

3) Utilizarea funcțiilor liniare în biologie (destul de rar întâlnite și se aplică pt. valori limitate).

Absorbția ionului de potasiu (K^+) de către țesutul foliar al porumbului (*Zea mays*). Ecuația are forma $y = at$ și este valabilă numai pe un interval scurt de timp ($t = 0-4$ ore).

Constanta a – panta dreptei, valoarea ei depinde de intensitatea luminoasă;

În întineric $a = 4 \mu\mu$ moli ioni K^+ /g de țesut și oră, iar la iluminare cu 2×10^4 lumeni/m² $a = 4 \mu\mu$ moli ioni K^+ /g de țesut și oră. Semnificația acestor diferențe trebuie caută în dependența de fotosinteză



a) Elemente de algebră liniară

Considerăm un sistem ecologic în care luăm în considerare următoarele categorii de viețuitoare, respectiv de niveluri trofice:

- Vegetale sau producatori primari, adică plante ce furnizează hrană pentru următorul nivel trofic, erbivorele. Notăm diferitele specii de vegetale cu v_1, v_2, \dots, v_n ;

- Erbivorele, organisme animale ce se hrănesc pe seama vegetalelor. Notăm speciile respective prin: e_1, e_2, \dots, e_n ;

- Carnivore, animale ce se hrănesc pe seama erbivorelor. Notăm speciile corespunzătoare prin: c_1, c_2, \dots, c_n .

Dacă ne interesează cantitatea de plante v_i care sunt consumate în mod indirect de către carnivorele c_j într-o anumită perioadă de timp, introducem matricea, notată X , inclusă într-un tabel de forma:

$$X = \begin{array}{c|cccc} & e_1 & e_2 & \dots & e_r \\ \hline v_1 & x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1r} \\ v_2 & x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ v_q & x_{q1} & x_{q2} & \dots & x_{qr} \end{array}$$

Un element oarecare x_{ik} din această matrice reprezintă cantitatea medie de plante v_i consumate de erbivorele e_k , motivul pentru care am figurat pe marginile matricei șirul (linia) de erbivore e_k ($1 \leq k \leq r$) și coloana vegetalelor v_i ($1 \leq i \leq q$).

În mod similar, definim acum o altă matrice, notată Y

$$Y = \begin{array}{cccc|c} & c_1 & c_2 & \dots & c_r & \\ \hline y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1r} & e_1 \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2r} & e_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_{r1} & y_{r2} & \dots & y_{rn} & e_r \end{array}$$

Un element oarecare y_{kj} al acestei matrice va reprezenta numărul de erbivore h_k mâncate de carnivorele c_j . Raspunsul referitor la consumul indirect de vegetale al carnivorelor poate fi dat prin termenii produsului matriceal XY . De exemplu, considerând specia c_1 , putem ca hranindu-se cu specia e_1 consumă indirect cantitatea $x_{11}y_{11}$ de plante v_1 ; hranindu-se cu specia e_2 consumă indirect cantitatea $x_{12}y_{21}$ de plante v_1 etc.

Cantitatea totală de plante v_1 consumate de carnivorele c_1 va fi:

$x_{11}y_{11} + x_{12}y_{21} + \dots + x_{1r}y_{r1}$ – produsul dintre prima linie a lui X și prima coloana a lui Y raspunsul pe care îl căutăm îl găsim în general în matricea produs XY .

Bibliografie:

- [1] Alexandrescu, C., L. Irinel, Doicin, T., Szabo, V. Tiurbe, *Matematică și științe în societatea cunoașterii – Curriculum interdisciplinar integrat pentru matematica, fizica, chimie, biologia decizia scolii pentru invatamantul secundar*, 2013.
- [2] Cemortan, I., S. Capcelea, L. Taranov, *Curs de biologie moleculară*, USMF „Nicolae Testemitanu”, Chișinău, 2000.
- [3] Samboan, G., *Elemente de matematică pentru biologi*, curs printat, 1984.
- [4] Tarba, Corneliu, *Matematici cu aplicații în biologie*, Editura Risoprint, Cluj-Napoca, 2003.