ASPECTE PRIVIND CORELAŢIA INTERDISCIPLINARĂ A MATEMATICII ŞI BIOLOGIEI ÎN ÎNVĂȚĂMÂNTUL SECUNDAR

ASPECTS REGARDING THE INTERDISCIPLINARY CORRELATION OF MATHEMATICS AND BIOLOGY IN SECONDARY EDUCATION

Serghei MAFTEA, dr.,
Academia „Ştefan cel Mare” a MAI
Alexandra MAFTEA, profesor de biologie,
IPLT **„**Nicolae Bălcescu”, com. Ciorescu, Chisinau,
ORCID: 0000-0003-1096-0665
psuplimentar@gmail.com

Serghei MAFTEA, PhD,
“Ştefan cel Mare” Academy of the MAI
Alexandra MAFTEA, biology professor,
IPLT “Nicolae Bălcescu”, commune Ciorescu, Chisinau

CZU: 373.5:51+57
DOI: 10.46727/c.v4.21-22-03-2024.p18-25

Abstract. The article aims to present the possibility of interdisciplinary correlation of mathematics and biology in secondary education. This aspect implies the application of mathematical modeling in relation to several objects of study characteristic of biology. The topics addressed correspond to the curriculum for the secondary and high school classes.
Keywords: interdisciplinary, percentage, gene, genotype, formula

Pornind de la ideea că interdisciplinaritatea presupune „interacţiunea deschisă între anumite competenţe sau conţinuturi, permiţând transferul cunoştinţelor între mai multe domenii învecinate, mai multe teme sau probleme studiate, transferul conceptelor între discipline” [1], trebuie să evidenţiem şi anumite instrumente care pot fi propuse pentru aceasta. Din perspectiva matematicii, un astfel de instrument îl reprezintă modelarea matematică. În acest context, ţinem să amintim că modelarea, în particular modelarea matematică, reprezintă o metodă generală de cercetare științifică, care se aplică atât pe nivelul empiric (observaţia, experimentul, măsurarea), cât şi la cel teoretic (formalizarea, idealizarea). Astfel, modelarea poate fi privită ca acea activitate de studiu care se impune a fi aplicată din mai multe considerente. Printre acestea, se evidenţiază necesitatea cunoaşterii „lumii interioare”, a obiectului/fenomenului/procesului supus cercetării, proprietățile fundamentale ale acestuia, relațiile ce se desfășoară „în lumea interioară”, legăturile „cu lumea exterioară”, legităţile de dezvoltare. Modelarea matematică poate fi privită ca instrument de prezentare a conexiunii interdisciplinare, care permite descrierea unui obiect/fenomen/proces în limbajul matematicii, fapt care generează opţiunea de a aplica diverse metode matematice pentru studiul acestuia.

Notăm că toate ramurile moderne ale fizicii sunt axate pe generarea și studiul modelelor matematice ale diferitelor obiecte/fenomene/procese fizice. Această situaţie a impus o percepţie şi, într-o anumită măsură, este justificat că instrumentul „modelarea matematică" este asociat cu fizica. Totuşi, modelarea matematică se aplică cu succes şi în alte domenii, unul dintre acestea fiind biologia. Astfel, apare necesitatea, în special în învățământul secundar, de a evidenţia şi a consolida corelaţia dintre matematică şi biologie.

Deşi dezvoltarea biologiei nu este dependentă direct şi esenţial de dezvoltarea matematicii, totuşi, studiul a diverse fenomene sau mecanisme biologice este susţinut de prelucrarea şi interpretarea datelor obţinute cu ajutorul elementelor puse la dispoziţie de matematică. Astfel, implicarea de aspecte specifice matematicii în vederea generării de modele a diverse procese caracteristice biologiei prezentate prin intermediul a diferite probleme, la nivelul învăţământului secundar, susţine consolidarea corelaţiei interdisciplinare respective.

Una dintre problemele care pot fi evidențiate se axează pe necesitatea de a minimiza riscurile cu care se confruntă biologii atunci când încearcă să utilizeze metode, fără o bună înțelegere a matematicii. Totodată, se relevă şi probleme reciproce atunci când matematicienii încearcă să facă cercetări în biologie.

Se poate menţiona că legătura interdisciplinară între biologie și chimie sau biologie și fizică pare să se realizeze într-un mod mai simplu. Interacțiunea matematicii cu biologia nu a fost niciodată uşor de realizat. Într-adevăr, la lecţiile de matematică, deși elevii obțin competenţe de lucru cu mărimile statistice [4], esența procesului de cunoaștere a datelor biologice devine ușor lacunară, deoarece valorile datelor cu care se vehiculează sunt acceptate ca veridice și considerate „știute". De aceea este necesar de a depune eforturi pe diferite dimensiuni, inclusiv pe cea asociată atât ciclului gimnazial, cât şi ciclului liceal. În acest sens, odată cu accederea elevului la ciclul gimnazial, este binevenit ca profesorul să demareze integrarea acestora, pornind de la corelarea curriculumului la matematică şi biologie, cu ajutorul a diferite exemple şi exerciţii, care reflectă date veridice cu privire la obiectele/fenomenele/procesele supuse analizei.

Conform curriculumului la disciplina matematică pentru Clasa a V-a în modulul Mulțimea numerelor naturale este inclus conţinutul *Mulțimi. Moduri de definire a mulțimilor. Relații de apartenență. Cardinalul mulțimii finite,* care include la compartimentul elemente noi de limbaj matematic termenii de: *mulțime, element, aparține/nu aparține, mulțime vidă, cardinalul unei mulțimi*. Aceiaşi termeni sunt prevăzuţi şi în clasa a VI-a în modulul *Numere raționale. Operații cu numere raționale* [3].

Pentru disciplina biologie conform curriculumului pentru clasa a VI-a sunt prevăzute mai multe competenţe specifice precum: u*tilizarea limbajului ştiinţific biologic referitor la structuri, procese, fenomene, legi, concepte în diverse contexte de comunicare; Investigarea lumii vii cu ajutorul metodelor şi al mijloacelor specifice pentru îmbunătăţirea calităţii vieţii şi a mediului; Implicarea în activităţi de menţinere a stării de sănătate proprii şi a celor din jur prin aplicarea metodelor interactive în vederea formării unui comportament sanogen.* [2]
În această conjunctură, se pot formula mai multe exemple şi exerciţii care să poată fi examinate prin prisma termenului de mulţime şi cardinalul mulţimii. Astfel, se pot propune exerciţii de următoarele tipuri:

1. *Enumeraţi care este mulţimea organelor ce alcătuiesc tubul digestiv. a) Scrieţi elementele ce aparţin mulţimii organelor tubului digestiv. b) Aflaţi cardinalul mulţimii obţinute.*

Soluţie. Se ştie că alimentele pătrund în cavitatea bucală, apoi parcurg următoarele organe: faringe, esofag, stomac, intestin subţire, intestin gros, rect, anus.

a) Notăm mulţimea respectivă prin O şi se obţine $O = \{cavitatea\ bucală, faringe, esofag, stomac, intestin\ subțire, intestin\ gros, rect, anus\}$.
b) $card\ O = 8$.
2. *Examinaţi figura şi aflaţi cardinalul mulţimii: a) A – mulţimea grupelor care alcătuiesc piramida alimentară; b) B – mulţimea alimentelor din Grupa 1; c) C – mulţimea alimentelor din Grupa 2; d) D – mulţimea alimentelor din Grupa 3; e) E – mulţimea alimentelor din Grupa 4; i) I - mulţimea alimentelor din Grupa 5.*
Soluţie. a) $A = \{Grupa\ 1, Grupa\ 2, Grupa\ 3, Grupa\ 4, Grupa\ 5\}$, deci $card\ A = 5$.
b) $B = \{Pâine, cereale, orez, paste, cartofi\}$, deci $card\ B = 5$.
c) $C = \{Fructe. legume\}$, deci $card\ C = 2$.
d) $D = \{Lapte. iaurt, brânză\}$, deci $card\ D = 3$.
e) E= $\{Carne\ roșie, pui, pește, ouă\}$, deci $card\ E = 4$.
i) I= $\{Prăjituri, biscuiți, ciocolată, dulciuri\}$, deci $card\ I = 4$
3. *Examinaţi figura şi formaţi mulţimea $A -$ formată din animale nocturne şi mulţimea $B -$ formată din animalele diurne.*

a) Scrieţi elementele ce aparţin acestor mulţimi. b) Aflaţi cardinalul mulţimilor obţinute
Soluţie. a) $A = \{Arici, liliac, vulpe\}$**,** deci $card\ A = 3$.
b) **B**= $\{Mistreț, ciocănitoare, iepure, oaie, vacă\}$, deci $card\ B = 5$.

Conform curriculumului la disciplina matematică pentru Clasa a VI în modulul *Rapoarte și proporții,* termenul *procent* este atribuit la categoria de elemente noi de limbaj matematic. Sunt preconizate mai multe unităţi de conţinut care se referă la termenul *procent*, şi anume: *Procente. Aflarea procentelor dintr-un număr dat. Aflarea unui număr când cunoaștem procentele din el. Aflarea raportului procentual. Probleme*. Astfel, ca finalităţi de studiere a matematicii pentru clasa a VI-a sunt stabilite: *aptitudinea elevului de utiliza terminologia și notațiile aferente noțiunii „procent” studiate în contexte diverse, rezolvarea problemelor de aflare a p% dintr-un număr, de aflare a unui număr când cunoaștem procentele din el, de aflare a raportului procentual* şi i*nvestigarea de probleme, situații-problemă, în care se solicită aplicarea operațiilor aritmetice, a metodelor de rezolvare învățate, organizarea datelor sub formă de tabele și/sau diagrame statistice în vederea colectării, înregistrării, prelucrării și prezentării acestora, utilizând numere raționale, inclusiv, rapoarte, procente*.

Termenul *procent*, conform curriculumului şcolar la disciplina matematică pentru gimnaziu, este prezent şi în clasa a IX-a, în cadrul modulului *Elemente de statistică matematică* *şi de teoria probabilităţilor. Elemente de calcul financiar.* Termenul *procent* este inclus constant şi în cadrul itemilor propuşi la examenul naţional de absolvire a gimnaziului. [3]

Pentru disciplina *biologie*, conform curriculumului pentru clasa a VI-a, sunt prevăzute mai multe unități de conţinut, care se referă la poziţia, funcţia şi igienă a diferite sisteme ale organismului uman, precum: poziţia, funcţia şi igiena sistemului locomotor la om, poziţia, funcţia şi igiena sistemului cardiovascular în organismul uman, poziţia, funcţia şi igiena sistemului excretor în organismul uman, funcţiile organismului uman şi baza lor anatomică.[2]

Relativ la aceste aspecte se poate propune itemi de tipul:

4. *Fiind în repaos, organismul unui copil de 11 ani consumă circa 320 ml de oxigen. Să se determine, în această situaţie, cantitatea de oxigen consumată de rinichii acestuia, măsurată în litri, dacă se ştie că rinichii consumă 8% din oxigenul utilizat de organismul în stare de repaos.*

Soluţie. Pornind de la definiţia noţiunii de procent, se determină cât reprezintă 8% din 320: $\frac{8}{100} * 320 = 25{,}6\, ml = 0256\, l.$

5. *Pornind de la faptul că în fiecare an 10% din masa osoasă a omului este reînnoită, să se determine cât cântăreşte un om dacă se ştie că din masa osoasă a acestuia s-a reînnoit 1700 g, iar masa osoasă a acestuia reprezintă aproximativ 17% din masa corporală totală.*

Soluţie. Aplicăm regula de trei simplă pentru a calcula masa osoasă a omului:

x(masa osoasă) ----- 100%

$1700g$(masa osoasă reînnoită) ---- 10%

Obţinem $\frac{x}{1700} = \frac{100}{10}$, de unde $x = 1700 * 10 = 17000\, g = 17\, kg$. Astfel, în condiţia problemei, masa osoasă a omului este de $17\, kg$. Vom aplica, încă o dată, regula de trei simplă pentru a afla cât cântăreşte omul:

x (masa omului) ---- 100%

$17\, kg$(masa osoasă) ---- 17%

Obţinem $\frac{x}{17} = \frac{100}{17}$, de unde $x = \frac{17*100}{17} = 100\, kg$.

6. *Se ştie că muşchii scheletici ai omului alcătuiesc circa 40% din masa corpului acestuia, iar muşchii, la rândul lor, sunt în proporţie de 75% alcătuiţi din apă. Să se determine: a) masa corpului dacă masa muşchilor scheletici este de 16 kg; b) masa muşchilor dacă aceștia ar fi fără apă.*

Soluţie. a) Pentru a calcula masa corpului aplicăm regula de trei simplă:

x(masa corpului) ----- 100%

$16kg$(masa muşchilor) ----- 40%

Obţinem $\frac{x}{16} = \frac{100}{40}$, de unde $x = \frac{16*100}{40} = 40\, kg$.

b) Deoarece masa muşchilor fără apă constituie 100%-75%=25% din masa muşchilor scheletici, atunci determinăm 25% din 16 kg. Se obţine $\frac{25}{100} * 16 = 4\, kg$.

7. *În perioada 2015-2017, numărul total de animale utilizate pentru prima oară pentru cercetare, testare, producere de rutină și în scopuri educative în UE a fost următorul: 2015 – 9.590.379, 2016 – 9.817.946, 2017 – 9.388.162. Să se determine procentul, rotunjit până la* *sutimi, de animale corespunzătoare anului 2017 din numărul total de animale, trecând în prealabil datele într-un tabel.* [6]

Soluţie. Animale implicate pentru prima oară pentru cercetare, testare, producere de rutină și în scopuri educative în UE(Uniunea Europeană):

Anul	2015	2016	2017
Numărul	9.590.379	9.817.946	9.388.162

Determinăm numărul total de animale pentru toţi trei ani:

$$9.590.379 + 9.817.946 + 9.388.162 = 28.796.487.$$

Aflăm câte procente reprezintă numărul 9.388.162 (pentru anul 2017) din 28.796.487 (numărul total pentru anii 2015-2017): $\frac{9.388.162}{28.796.487} * 100\% \approx 32,60\%.$

În Clasa a VII-a, conform curriculumului, pentru conceptul de funcţie este dedicat un întreg modul. Drept unităţi de conţinut se propun: *Dependenţe funcţionale/corespondenţe. Noțiunea de funcție. Domeniul de definiție, codomeniu (în baza exemplelor simple). Funcții cu domeniul de definiție finit, infinit. Moduri de definire a funcției.*

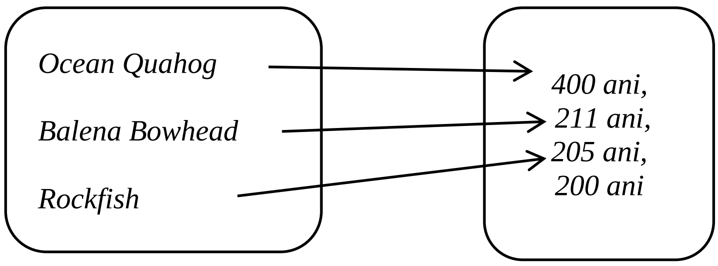
Relativ la aceste tematici se pot propune următoarele

8. *Dacă se ştie că speranţa de viaţă umană variază semnificativ pe tot globul, de la 58 de ani în Swaziland la 84 de ani în Japonia, pe când regnul animal are reprezentanţi pentru care speranţa de viaţă este mult mai mare. Astfel, potrivit unei liste întocmite de Discovery News, Ocean Quahog, molusca bivalvă care trăiește pe fundul oceanului Atlanticului de Nord este cel mai longeviv animal din lume având speranţa de viaţă de circa 400 ani. Balena Bowhead și Rockfish au speranţa de viaţă de circa 211 ani și, respectiv, de 205 ani. Stabiliţi o corespondenţă între mulţimile T={Ocean Quahog, Balena Bowhead, Rockfish } și C = {400 ani, 211 ani, 205 ani, 200 ani}.*[7], [8]

Soluţie. Modul I. Reprezentăm corespondenţa cu ajutorul unui tabel:

Animale	*Ocean Quahog*	*Balena Bowhead*	*Rockfish*
Ani	400	211	205

Modul II. Reprezentăm corespondenţa cu ajutorul unei diagrame:



Pornind de la faptul că *Celula* este unitatea de bază morfofuncţională şi genetică a organizării materiei vii, aceasta poate exista atât singură, cât şi în grup, constituind diferite ţesuturi. Dimensiunile celulelor variază în funcţie de specializarea lor, de starea fiziologică a organismului, de condiţiile mediului extern, vârstă etc. Exemple: hematia (globule roșii) — 7-8 μ, ovulul — 100 μ şi mai mult, fibra musculară striată — 10-100 μ. Totuși, trebuie avut în vedere că aceste valori oferă o estimare generală a dimensiunilor celulelor menționate.

9. *Reprezentaţi printr-o diagramă corespondenţa dintre elementele mulţimii B = {hematia, ovulul, fibra musculară striată} şi elementele mulţimii D = {7,5 μ, 150 μ, 0,005 cm}.*

Soluţie. Conform curriculumului pentru clasa a VII-a, elevilor, în cadrul compartimentului „Calcul algebric”, li se propun activități și produse de învățare precum: *identificarea în enunțuri diverse a formulelor calculului prescurtat şi utilizarea formulelor calculului înmulțirii prescurtate pentru optimizarea unor calcule.* Formulele calculului înmulțirii prescurtate au o gamă variată de aplicaţii importante, inclusiv în biologie. Acestea au o aplicativitate extinsă în domeniul biologiei cu referire la problematici specifice geneticii populaţiei umane.

Baza geneticii populaţiilor o constituie Legea lui Hardy Weinberg: „Într-o populaţie mare în care împerecherea este întâmplătoare, frecvenţa genelor şi fenotipurilor sunt constante din generaţie în generaţie în absenţa mutaţiei, migraţiei şi selecţiei, iar frecvenţa genotipurilor este determinată de frecvenţa genelor” (Hardy, 1908; Weinberg, 1908).

În contextul acestei legi, fie că se știe că o populaţie este determinată de genele alele A şi $a,$ unde p este frecvenţa alelei dominante – $A,$ iar q – frecvenţa alelei recesive $a.$ Atunci modelul generat de Legea lui Hardy Weinberg impune că frecvențele genelor alele/alelelor satisfac relația matematică $p^2 + 2pq + q^2 = 1$, cu condiţia, $p + q = 1$.

În calitate de exerciţii se pot propune mai multe tipuri.

10. *Folosind formulele înmulţirii prescurtare restrângeți formula lui Hardy Weinberg.*

Soluţie. Conform formulei înmulțirii prescurtate $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$ aplicate relației $p^2 + 2pq + q^2,$ unde $p + q = 1$ se obţine $p^2 + 2pq + q^2 = (p + q)^2 = 1.$

11. *Ştiind că în cadrul unei populaţii care este determinată de genele alele A şi a, unde frecvenţa alelei dominante – A este de 4 ori mai mare decât frecvenţa alelei recesive* a. *Să se afle frecvenţa alelei dominante şi frecvenţa alelei recesive.*

Soluţie. Fie frecvenţa alelei dominante A este p, iar frecvenţa alelei recesive a este q. Atunci conform ipotezei avem $p = 4q$. Aplicăm în această situaţie relaţia:

$$p + q = 1 <=> 4q + q = 1 <=> 5q = 1 <=> q = \frac{1}{5}., p = 1 - q = \frac{4}{5}.$$

Deci, alela dominantă A are o frecvenţă de 80%, iar frecvenţa alelei recesive a este de 20%. Genotipul şi fenotipul sunt printre noţiunile fundamentale cu care se operează în genetică. Astfel, mulţimea tuturor genelor moştenite de la ambii părinți este, în general, unică pentru fiecare individ în parte (există şi excepții în cazul gemenilor) şi este denumită genotip. Interacţiunea genotipului cu mediul de viaţă este denumit fenotip. În acest context, menţionăm că un anumit genotip poate fi catalogat fie homozigot, fie heterozigot în funcție de faptul dacă acesta este descris de două alele identice sau, respectiv, de două alele diferite. Totodată, trebuie menţionat că relativ la relaţiile dintre gene se pot evidenţia gene dominante/gene recesive (o genă domină complet o altă genă), dar şi gene codominante (o genă nu neglijează acţiunea altei gene).

12. *Într-o populaţie frecvenţa genotipurilor genelor codominante A şi B (alela A este la fel de „puternică” ca alela B) este descrisă de următoarele date exprimate în procente: AA – 64%, BB – 4%, AB – 32%. Determinaţi frecvenţa alelei A şi a alelei B în această populaţie.*

Soluţie. Fie frecvenţa alelei A este p, iar frecvenţa alelei B este q, atunci $p + q = 1$. Totodată, din ipoteză se cunoaşte frecvenţa genotipurilor asociate şi se observă că acestea verifică Legea lui Hardy Weinberg: $0{,}64 + 0{,}32 + 0{,}4 = 1 = p^2 + 2pq + q^2$. Astfel, frecvenţa genotipului *AA (homozigot)* este $p^2 = 0{,}64$, frecvenţa genotipului BB *(homozigot)* este $q^2 = 0{,}4$ şi frecvenţa genotipului *AB (heterozigot)* $pq = 0{,}16$. Aceasta implică că $p = 0{,}8$ şi $q = 0{,}2$. Deci, frecvenţa genei *A* este de 80%, *iar* frecvenţa genei *B* este de 20%.

Caracterele controlate de o singură pereche de gene alele sunt denumite caractere monogenice. Unul dintre aceste caractere, dar cu aspect patologic, care prezintă un interes sporit din partea oamenilor, este albinismul. În acest context, se poate propune următoare problemă.

13. *Pornind de la faptul că, în majoritatea populaţiilor din Europa, albinismul se întâlneşte cu o frecvenţă de 1:20000 de persoane şi se moşteneşte pe cale autozomială recesivă.* [5] *Determinaţi frecvenţa heterozigoţilor, homozigoţilor de ambele tipuri din această populaţie exprimată în procente şi de câte ori este mai mare numărul de heterozigoţi (persoane purtătoare a genei recesive) decât numărul de homozigoţi recesivi (persoane cu patologia albinism).*

Soluţie. Fie alela A care determină caracterul sănătos are frecvenţa egală cu p, iar q este frecvenţa alelei recesive a. Din ipoteză avem $q^2 = 1/20000$, atunci $q = \sqrt{\frac{1}{20000}} = \frac{\sqrt{2}}{200}$. Din relaţia $p + q = 1$ se obţine $p = 1 - q = 1 - \frac{\sqrt{2}}{200} = \frac{200-\sqrt{2}}{200}$. Deoarece frecvenţa heterozigoţilor în populaţie este $2pq$ urmează că $2pq = 2 * \frac{\sqrt{2}}{200} * \frac{200-\sqrt{2}}{200} \approx 0{,}0139$. Exprimînd în procente se obţine frecvenţa heterozigoţilor este de circa 1,39%.

Frecvenţa homozigoţilor dominanţi (AA) este $p^2 = (1 - \frac{\sqrt{2}}{200})^2 = 1 - \frac{2\sqrt{2}}{200} + \frac{2}{40000}$ ≈98,605, transformat în procente se obţine 98,605%.

Frecvenţa homozigoţilor recesivi (aa) este $q^2 = 1/20000 = 0{,}00005$, transformat în procente se obţine 0,005%

Pentru a determina de câte ori este mai mare numărul de heterozigoţi decât numărul de homozigoţi recesivi trebuie să calculăm raportul $\frac{2pq}{q^2}$. Se obţine

$$\frac{2pq}{q^2} = \frac{20000*2*\sqrt{2}*(200-\sqrt{2})}{40000} = \sqrt{2} * (200 - \sqrt{2}) \approx 278.$$

O un alt caracter monogenic de interes îl reprezintă antigenele eritrocitare AB0. Gena AB0, care are trei alele A, B, 0, este cea care determină grupa sanguină. Astfel, acestea generează cele patru tipuri de grupe sanguine 0 (00), A (AA sau A0), B (BB sau B0) şi AB.

14. *Fie că mama are alele A și 0, iar tatăl două alele 0. Determinaţi care sunt grupele sanguine pe care le pot moşteni copiii acestui cuplu şi cota parte a acestora exprimată în procente.*

Soluţie. Deoarece alela *A* este dominantă în raport cu alela 0, atunci copilul care moşteneşte o alelă *A* și o alelă 0 va avea grupa sanguina *A*. Altfel, conform condiţiei problemei, copilul moşteneşte un caracter homozigot transpus în grupa de sânge 0. Astfel, grupa sanguină, moştenită de copilul acestui cuplu, poate fi modelată ca element al unei mulţimi, pe care o vom nota GS. Aceasta este compusă din două elemente: GS={ *A*, 0}. Pentru a determina cota-parte trebuie să prezentăm toate combinaţiile posibile de genotipuri, astfel se obţin *A*0, *A* 0 (alela A de la mamă cu fiecare alelă 0 de la tată) şi 00, 00 (în cazul alelei 0 de la mamă cu fiecare alelă 0 de la tată). În consecință, se poate spune că cota-parte atât pentru grupa 0, cât şi pentru grupa sanguină A este de 50%.

CONCLUZII

Direcţionarea spre prezentarea matematicii ca instrument util pentru biologie poate fi realizată multilateral. Una dintre abordări ţine de propunerea de exemple şi exerciţii care să implice cunoştinţe din ambele discipline, începând cu ciclul gimnazial. Asta ar contribui la diminuarea problemei legate de studiul matematicilor în afara contextului de aplicare și la obţinerea de deprinderi, abilităţi strict corelate cu matematica. Astfel, promovarea elaborărilor de probleme ce ar reflecta aplicarea de competenţe matematice în contexte cantitative biologice reprezintă calea susţinerii şi dezvoltării interdisciplinarităţii respective. Ele ar permite de a răspunde afirmativ la întrebarea ,,Poate matematica să îi ajute pe elevi să înţeleagă mai bine biologia?”.

BIBLIOGRAFIE

1. Ciolan, L. Învăţarea interactivă. Fundamente pentru un curriculum interdisciplinar. Iaşi, 2008.
2. Curriculumul la disciplina Biologie ediția 2019, aprobat prin ordinul Ministerului Educaţiei, Culturii și Cercetării nr. 906 din 17 iulie 2019. Disponibil la: https://mecc.gov.md/sites/default/files/biologie_gimnaziu_ro.pdf
3. Curriculumul Național. Matematică. Clasele V-IX. Curriculum disciplinar. Ghid de implementare. Chișinău, 2020. Disponibil la: mecc.gov.md/sites/default/files/matematica_gimnaziu_ro.pdf
4. Curriculumul național. Matematică. Clasele X-XII. Curriculum disciplinar. Ghid de implementare. Chișinău, 2020. Disponibil la: https://mecc.gov.md/sites/default/files/biologie_gimnaziu_ro.pdf
5. Justin, R. Federico; Karthik Krishnamurthy,.Albinism. Disponibil la: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK519018/
6. RAPORT AL COMISIEI CĂTRE PARLAMENTUL EUROPEAN ȘI CONSILIU. Raport din 2019 privind statisticile referitoare la utilizarea animalelor în scopuri științifice în statele membre ale Uniunii Europene în perioada 2015-2017. Disponibil la: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/HTML/?uri=CELEX%3A52020DC0016
7. The Planet's Longest-Living Animals. Disponibil la: https://www.statista.com/chart/3328/the-planets-longest-living-animals/
8. WORLDHEALTHRANKINGS. LIVE LONGER LIVE BETTER. Disponibil la: https://www.worldlifeexpectancy.com/ro/swaziland-life-expectancy.