CZU: 371.3:[51+004]

ASPECTE INTERDISCIPLINARE ÎN PROCESUL DE STUDIERE A METODELOR NUMERICE

Liubomir CHIRIAC, dr. hab., prof. univ.
Natalia BOBEICA, dr., conf. univ.
Catedra Informatică şi Tehnologii Informaţionale

Rezumat. În articolul respectiv sunt examinate unele aspecte interdisciplinare privind studierea Metodelor Numerice prin intermediul softului MAPLE. Este evidențiată relevanţa educaţiei STEAM în contextul revoluţiei tehnologiilor informaționale şi a noilor cerinţe faţă de educaţie. Sunt punctate conexiunile dintre instrumentele didactice şi implementarea noilor tehnologii informaţionale.

Abstract. This article examines some interdisciplinary aspects of studying Numerical Methods through MAPLE software. The relevance of STEAM education in the context of the information technology revolution and the new requirements for education is highlighted. The connections between teaching tools and the implementation of new information technologies are pointed out.

Cuvinte cheie: sistem software matematic, Metode Numerice, inter/transdisciplinaritate, concept STEAM.
Keywords: mathematical software system, Numerical Methods, inter / transdisciplinarity, STEAM concept.

1. De ce este necesar implementarea conceptului STEAM în studierea Metodelor Numerice?

STEAM este un curriculum bazat pe ideea de a educa tinerele generații în cinci discipline specifice – știință, tehnologie, inginerie, artă și matematică – într-o abordare multidisciplinară și aplicată. Acest concept se defineşte ca o nouă direcţie de dezvoltare a procesului de învăţământ, ca urmare a impactului TIC în procesul educaţional [1]. În continuare se vor evidenția cele mai importante beneficii ale educației STEAM.

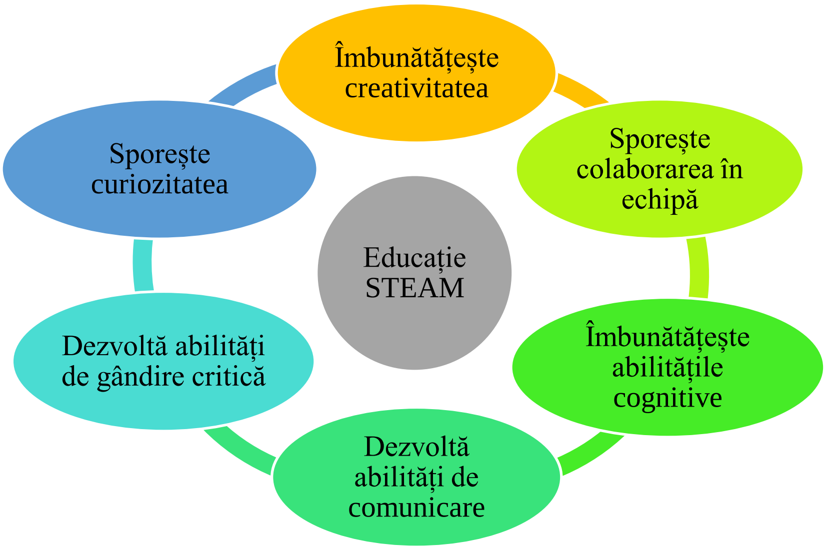


Figura 1. Beneficiile educației STEAM

În baza conceptului STEAM, predarea și învățarea științelor exacte urmează să devină mai atractivă. Conform principiilor acestui concept, abordarea ştiinţei, tehnologiei, ingineriei, artei şi matematicii nu se face separat, ci integrat, multidisciplinar şi pe baza unor aplicaţii din lumea reală [3]. Kennedy și Odell susțin că educaţia STEAM s-a dezvoltat într-o

„metadisciplină” și că se concentrează pe inovaţie şi pe folosirea instrumentelor şi a tehnologiilor actuale în procesul de proiectare a soluţiilor la probleme complexe [4]. Conceptul STEAM promovează ideea interdisciplinarităţii, ceea ce constituie un element definitoriu al progresului cunoaşterii. Interdisciplinaritatea apare ca o necesitate a depăşirii graniţelor între diferite domenii și este definită ca o interacţiune existentă între două sau mai multe discipline. Implementarea interdisciplinară presupune transferul metodelor dintr-o disciplină în altă. Abordarea interdisciplinară porneşte de la ideea că nici o disciplină de învăţământ nu constituie un domeniu limitat şi se pot stabili legături între diverse discipline. Transdisciplinaritatea reprezintă gradul cel mai înalt de integrare, mergând adesea până la fuziune [5].

Metodele Numerice prin însăși esența lor integrează cunoștințe, procedee și tehnici din mai multe științe: analiza matematică, algebra, geometria, ecuații diferențiale, etc. Odată cu dezvoltarea vertiginoasă a tehnicii de calcul și informaticii, Metodele Numerice utilizează pe larg calculatoare de ultima genrație, limbajele de programare diverse softuri matematice care permit soluționarea unor probleme interdisplinare concrete ori din economia națională. În articolul respectiv vor fi aboradate unele aspecte interdisciplinare (concept STEAM) în studierea Metodelor Numerice din perspectiva examinării ecuațiilor neliniare cu o singură necunoscută.

2. Metode numerice de rezolvare a ecuațiilor neliniare cu o necunoscută

În continuare vom arăta eficiența implementării interdiscipliarității (procedee tehnice din Metode Numerice și aplicarea softului MAPLE) în procesul de soluționare a ecuațiilor neliniare cu o singură necunoscută. Ecuațiile neliniare includ ecuațiile algebrice și transcendente, excepție făcând ecuațiile algebrice de gradul întâi. Procedeile existente în *Metode Numerice* ne permit determinarea rădăcinilor reale ale ecuațiilor neliniare pe cale iterativă, numerică. În acest sens, în urma rezolvării unei ecuații neliniare pe cale numerică se va obține o soluție aproximativă, determinată cu o anumită exactitate stabilită anterior.

Fie $[a, b]$ un domeniu în care ecuația $f(x) = 0$ are o soluție unică ζ. Rezolvarea numerică a ecuației date, pornind de la o soluție inițială $x^{(0)}$, conduce la obținerea unui șir de valori $x^{(0)}$, $x^{(1)}$, $x^{(2)}, \dots, x^{(k)}$, care converge către soluția unică ζ. La examinarea metodei înjumătăţirii se cere ca funcţia $f(x)$ să fie continuă pe segmentul $[a, b]$ şi în extremităţile lui să posede semne contrare. La metoda coardei și metoda Newton se va cere o condiţie suplimentară: funcţia $f(x)$ să fie de două ori derivabilă pe segmentul $[a, b]$, iar derivatele ei să nu se anuleze pe tot segmentul cercetat. Graficele reprezentate în figurile 2 – 4 corespund cazului $f'(x) \cdot f''(x) > 0$ $(f(a) < 0, f(b) > 0, f'(x) > 0, f''(x) > 0$) [2].

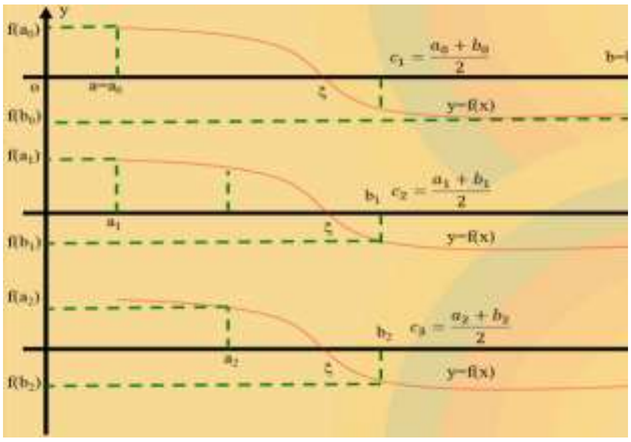


Figura 1. Metoda dihotomiei

$$\xi = \frac{a_n + b_n}{2}$$

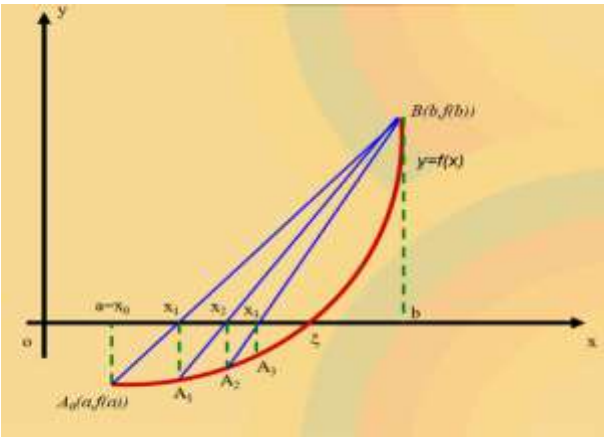


Figura 2. Metoda coardei

$$x_{i+1} = x_i - \frac{f(x_i) * (b - x_i)}{f(b) - f(x_i)}$$

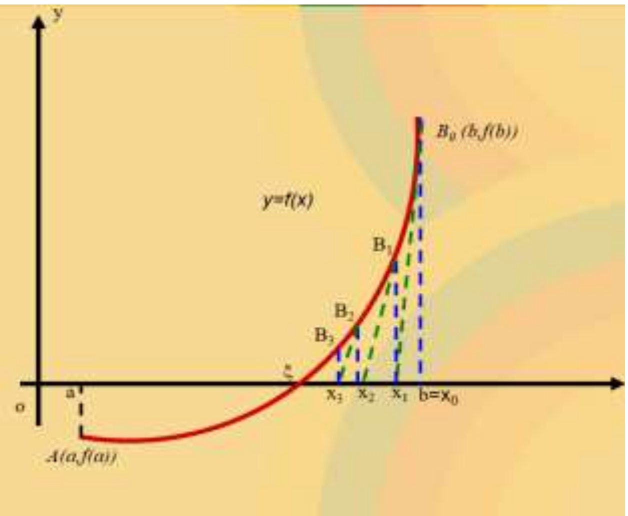


Figura 3. Metoda Tangentelor

$$x_{i+1} = x_i - \frac{f(x_i)}{f'(x_i)}$$

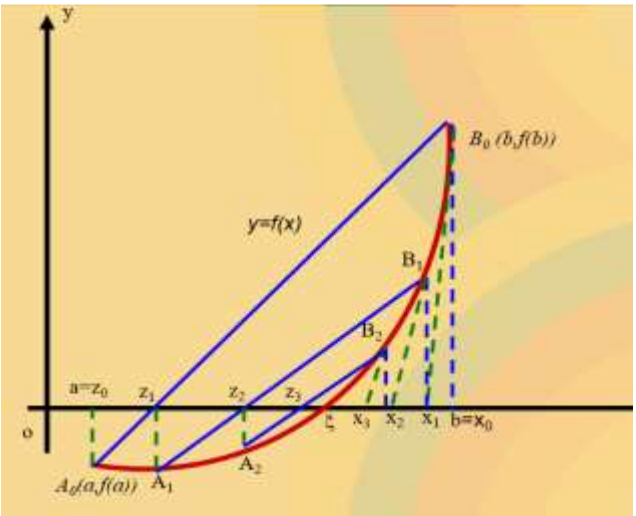


Figura 4. Metoda mixtă a coardelor și tangentelor

$$z_{i+1} = z_i - \frac{f(z_i) * (x_i - z_i)}{f(x_i) - f(z_i)}$$

$$x_{i+1} = x_i - \frac{f(x_i)}{f'(x_i)}$$

3. Implementarea software-ului Maple în soluționarea numerică a ecuațiilor neliniare cu o necunoscută

În contextul celor punctate mai sus menționăm că softul Maple include o gamă largă de instrucțiuni definite pentru soluționarea ecuațiiler neliniare cu o singură necunoscută grupate în pachetul *Student*, subpachetul *NumericalAnalysis* care sunt inițializate prin instrucțiunea with(nume_pachet).

Problemă. Să să găsească o soluție reală pentru ecuația $x^3 + x - 3x = 0$ pe segmentul $[1; 1.5]$ cu precizia $\varepsilon = 10^{-3}$ utilizând metoda bisecției, coardelor și tangentelor cu implementarea instrucțiunilor Maple.

Soluție. Aprximațiile inițiale pentru fiecare din metodele menționate se aleg conform regulilor [2]. Utilizăm **i**nstrucțiunile *bisection, modifiednewton, secant.* Ele sunt apelate în cele ce urmează în cadrul instrucțiunii *Roots*, însă pot fi utilizate și separat cu aceeași parametri.

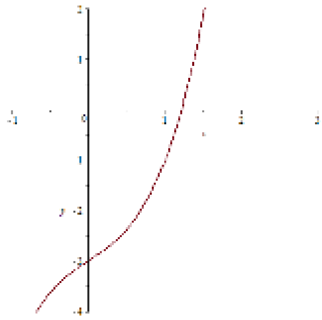
Metoda 1. Metoda bisecției: Soluționarea problemei cu implementarea instrucțiunii Maple *bisection.*

$with(Student[NumericalAnalysis]):$

$f := x^3 + x - 3:$

$$f := x^3 + x - 3$$

$plot(f, x = -5..5, y = -5..5):$



$Roots\left(f, x = 1, tolerance = 10^{-2}\right)$

$$1.213412176$$

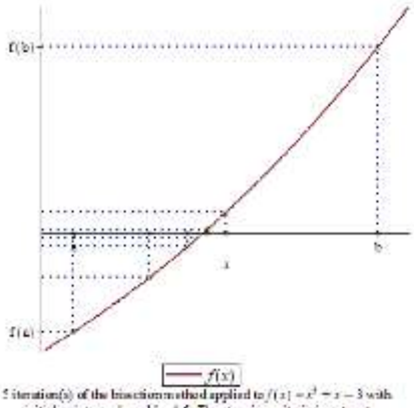
$Roots\left(f, x = [1, 1.5], method = bisection, tolerance = 10^{-2}, output = information\right)$

n	a_n	b_n	p_n	$f(p_n)$	relative error
1	1.	1.5	1.250000000	0.203125000	0.2000000000
2	1.	1.250000000	1.125000000	-0.451171875	0.1111111111
3	1.125000000	1.250000000	1.187500000	-0.137939453	0.05263157895
4	1.187500000	1.250000000	1.218750000	0.029022216	0.02564102564
5	1.187500000	1.218750000	1.203125000	-0.055339813	0.01298701299
6	1.203125000	1.218750000	1.210937500	-0.013380527	0.006451612903

$Roots(f, x = [1, 1.5], method = bisection, output = sequence)$

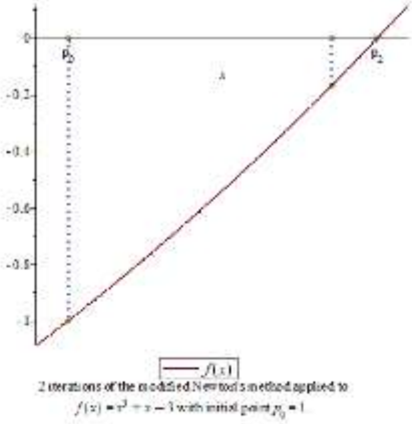
$$[1., 1.5], [1., 1.250000000], [1.125000000, 1.250000000], [1.187500000, 1.250000000], [1.187500000, 1.218750000], [1.203125000, 1.218750000], [1.210937500, 1.218750000], [1.210937500, 1.214843750], [1.212890625, 1.214843750], [1.212890625, 1.213867188], [1.213378906, 1.213867188]$$

$Roots\left(f, x = [1, 1.5], method = bisection, output = plot, tolerance = 10^{-3}, maxiterations = 5, stoppingcriterion = relative\right)$



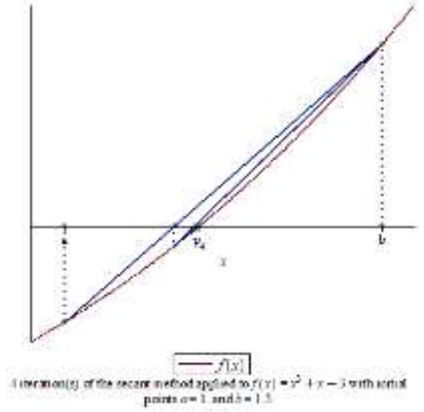
5 iteration(s) of the bisection method applied to $f(x) = x^3 + x - 3$ with initial points $a = 1.$ and $b = 1.5$. The stopping criteria is not met.

Metoda 2. Metoda tangentelor: Soluționarea problemei cu implementarea instrucțiunii Maple *modifiednewton*.

$with(Student[NumericalAnalysis]):$ $f := x^3 + x - 3:$	$f := x^3 + x - 3$
$Roots\left(f, x = 1, method = modifiednewton, tolerance = 10^{-3}, output = information\right)$	$\left[\begin{array}{lll} n & p_n & relative\ error \\ 0 & 1. & - \\ 1 & 1.181818182 & 0.1538461540 \\ 2 & 1.212735989 & 0.02549426032 \\ 3 & 1.213411356 & 0.0005565853630 \end{array}\right]$
$Roots(f, x = 1, method = modifiednewton, output = sequence)$	1., 1.181818182, 1.212735989, 1.213411356, 1.213411663
$Roots\left(f, x = 1, method = modifiednewton, output = plot, tolerance = 10^{-3}, maxiterations = 5, stoppingcriterion = function\_value\right)$	

Metoda 3. Metoda coardelor: Soluționarea problemei cu implementarea instrucțiunii Maple *secant*.

$with(Student[NumericalAnalysis]):$ $f := x^3 + x - 3:$	$f := x^3 + x - 3$
$Roots\left(f, x = [1, 1.5], method = secant, tolerance = 10^{-3}, output = information\right)$	$\left[\begin{array}{lll} n & p_n & relative\ error \\ 0 & 1. & - \\ 1 & 1.5 & - \\ 2 & 1.173913044 & 0.2777777772 \\ 3 & 1.206524151 & 0.02702897159 \\ 4 & 1.213597886 & 0.005828730489 \\ 5 & 1.213410799 & 0.0001541827386 \end{array}\right]$
$Roots(f, x = [1, 1.5], method = secant, output = sequence)$	1., 1.5, 1.173913044, 1.206524151, 1.213597886, 1.213410799, 1.213411663

$Roots\left(f, x = [1, 1.5], method = secant, output = plot, tolerance = 10^{-3}, maxiterations = 5, stoppingcriterion = function\_value\right)$	

Concluzii

Implementarea interdisciplinarității în procesul de studiere a Metodelor Numerice are un impact semnificativ asupra gradului de înțelegere și consolidare a cunoştințelor. Metodele Numerice prin esența sa reprezintă o știință interdisciplinară și utilizează pe scară largă metode și procedee din alte științe, softuri și tehnologii informaționale pentru soluționarea problemelor practice. Cunoașterea și implementarea abordărilor interdisciplinare în predarea-învățarea acestei discipline asigură o înaltă reușită academică a studenților.

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)", inclus în „Program de stat" (2020-2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20, cu suportul financiar oferit de Agenția Națională pentru Dezvoltare și Cercetare

Bibliografie

1. CHIRIAC, L. Situația actuală și tendințele generale în studierea științelor reale. Conferința Republicană a Cadrelor Didactice, Chişinău, Moldova, 27-28 februarie 2021. In: *Materialele Conferinței Republicane a Cadrelor Didactice*, Vol. 1, 2021, pp. 6-11. ISBN: 978-9975-76-324-0.
2. CHIRIAC, L. *Metode Numerice*. Chișinău: Tipografia Centrală, 2014. 196 p. ISBN 978-9975-53-300-3.
3. MARTINEZ, J. E. The search for method in STEAM education. In: *Springer International Publishing*, 2017. pp. 111-127. ISBN: 978-3-319-55822-6.
4. KENNEDY, T. J.; ODELL, M.R. Engaging students in STEM education. In: *Science Education International*, 25(3), 2014, p. 246-258. ISSN: ISSN-1450-104X.
5. VASCAN, T. Realizarea conexiunilor interdisciplinare la studierea informaticii și matematicii în ciclul gimnazial. Conferința Republicană a Cadrelor Didactice, Chişinău, Moldova, 27-28 februarie 2021. In: *Materialele Conferinței Republicane a Cadrelor Didactice*, Vol. 1, 2021, p.163-167. ISBN 978-9975-76-318-9.