

4. Modelarea sistemelor electromecanice. [accesat: 15 martie 2017]. Disponibil pe internet: http://memm.utcluj.ro/materiale_didactice/msem/1-Introducere_in_modelare.pdf
5. Pendulul matematic. [accesat: 10 martie 2017]. Disponibil pe internet: <http://www.phys.ubbcluj.ro/~dandr/pdf/Mec-LAB/PENDULUL-MATEMATIC.pdf>
6. Pendulum Motion. [accesat: 10 martie 2017]. Disponibil pe internet: <http://fr.maplesoft.com/support/help/maple/view.aspx?path=MathApps/PendulumMotion>
7. Port, S., Pricop, V., Trifan, V., *The mathematical model of emotion impact*, International Conference Mathematics & Information Tehnologies: Research and Education, (MITRE-2016), Abstracts, Chişinău, 2016, pp. 55-56, ISBN 978-9975-71-794-6.
8. Практикум по компьютерному математическому моделированию. Часть II: Компьютерное моделирование физических процессов. [accesat: 04 martie 2017]. Disponibil pe internet: <http://kpfu.ru/portal/docs/F1905137221/Part2.pdf>

SECȚIUNEA DE AUR ÎN MUZICĂ

*Sergiu PORT, dr., conf. univ.,
Veronica TRIFAN, lector*

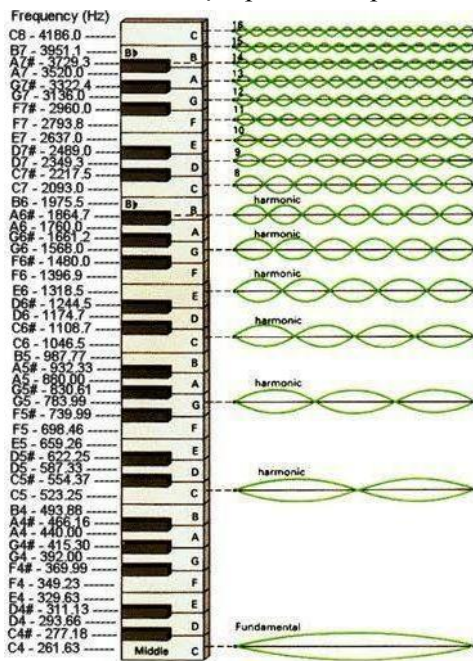
Summary

The study of the great works of the universal culture, the creation and perfect relations of complementarities or harmony of these was the subject of both artistic and scientific analysis. Thus, one of the most interesting cases of interference between science and art refers to proportionality. Behind mystical names such as golden section, golden ratio or divine proportion, we find a building pattern which always sparked debate, being spread widely, from various structures of nature to many outstanding artistic achievements that include creation of architecture, art and music.

De-a lungul timpului a existat o dispută la nivel de numere și originea acestora. Unii au susținut că acestea au fost inventate de om,

alții că ele sunt de la începutul lumii. Mario Livio găsește o cale de mijloc, pentru el numerele și implicit matematica sunt niște invenții a căror eficiență ține de exemplul unei ordini în Univers, pe care nu omul a creat-o. Numărul Phi este printre primele numere iraționale descoperite și definite în istorie, egal cu aproximativ 1,611... dacă ne amintim de șirul lui Fibonacci raportul dintre orice număr și cel imediat anterior tinde spre numărul Phi. Notația sa prin litera grecească Φ i-a făcut pe teologi să-i atribuie semnificația creației, fiind obținut prin împărțirea zeroului (a nimicului) cu a lui 1 (unitatea, Dumnezeu), numărul Phi stând la baza secvenței de aur sau raportului de aur. Acesta poate fi întâlnit în circumstanțe din cele mai diverse. Corpul uman, profilul nostru este format din elemente ale feței plasate la puncte de împărțire după Phi.

Conștient sau nu, numărul Phi a fost folosit de-a lungul secolelor în arhitectură. Cele mai remarcabile exemple fiind Turnul Național Canadian din Toronto și Catedrala Notre-Dame din Paris unde se păstrează strict proporția divină. Arhitectul Frank Lloyd Wright a proiectat Muzeul Guggenheim din New York pe baza structurii unei cochilii, care urmează și ea un model guvernat de Secțiunea de Aur. Leonardo Da Vinci a folosit constanta



în creațiile sale, cea mai vestită fiind Cina cea de taină. În natură o regăsim în dinamica stupilor de albină, unde raportul numărului

albinelor și a bondarilor este Phi. Amplasarea ochiului, aripii și cozii delfinului respectă proporția Phi și exemplele nu sfârșesc aici.

Secțiunea de Aur se regăsește nu numai în fenomenele naturale și arhitecturale, ci și în multe opere de muzică create de om.

Filozoful raționalist Leibnitz (1646 – 1716) scria: „muzica este un exercițiu aritmetic secret, iar cel ce se ocupă de ea nu-și dă seama că se ocupă de numere!”

Povestea lui phi, cel mai uimitor număr, afirmă că raportul de aur apare destul de des în construcția vioii. De regulă, cutia de rezonanță a vioii conține 12 sau mai multe arcuri de curbură (curbele vioii), simetrice pe ambele părți. Cele mai cunoscute și faimoase viori au fost făcute de Antonio Stradivarius (1644 – 1737, Cremona, Italia). Desene regionale arată că lutierul s-a preocupat în mod special să plaseze geometric orificiile de rezonanță în formă de “f” pentru a respecta proporția de aur.

Un alt instrument muzical, deseori menționat în legătură cu numerele lui Fibonacci, este pianul. Octava de pe claviatura unui pian constă din 13 clape, opt albe și cinci negre. Clapele negre sunt formate dintr-un grup de două și un altul de trei; numerele 2, 3, 5, 8 și 13, numere consecutive în șirul lui Fibonacci, se regăsesc, poate nu întâmplător, în această logică constructivă.

Un faimos compozitor care s-ar putea să fi folosit intens „**secțiunea de aur**” a fost Béla Bartok (1881 – 1945). Pianist virtuos și folclorist, Bartok, a construit opera sa folosind elemente ale compozitorilor pe care-i admira (printre care Strauss, Liszt și Debussy) îmbinate cu muzica populară, pentru a crea muzica sa extrem de personală. Organizarea ritmului compoziției lui Bartok oferă un exemplu de folosire a „**secțiunii de aur**”. Analizând mișcarea din „*Muzica pentru coarde, percuție și celestă*”, observăm:

Perioada muzicală de 89 măsuri în total este delimitată în:	
55 măsuri	34 măsuri
Coardele	Coardele

34 măsuri	21	13 măsuri	
	măsuri	21 măsuri	
21 măsuri (Tema)		13 măsuri	8 măsuri
		Textura se schimbă	

Cele 89 de măsuri din prima parte sunt împărțite în două secțiuni de 55 și respectiv, 34 de măsuri, indicând o legătură directă cu șirul lui Fibonacci. Fiecare segment este apoi divizat prin schimbări dinamice sau timbrale în subsecțiuni care se supun aceleiași proporții: 34 și 21 - primul segment, 13 și 21 – cel de-al doilea.

Claude Debussy (1862 – 1918) a folosit **secțiunea de aur** în piesa muzicală pentru pian solo „Reflecții în apă”, unde punctul culminant apare în măsura 55, iar prima repriză a A-ului (nota La) în măsura 34, între cele două stabilindu-se un raport apropiat numărului de aur.

În compozițiile muzicale ale lui Debussy, Bela Bartók, anumite instrumente muzicale intervin la intervale de timp ce respectă șirul lui Fibonacci, iar duratele anumitor părți din lucrări se găsesc în proporția de aur.

Tendința rapoartelor bazate pe valoarea lui ϕ de a fi nerepetitive are aplicații în inginerie. Una dintre cele mai familiare astfel de aplicații este în construcția camerelor de sunet folosite pentru a asculta muzică sau vizionarea filmelor, camere în care se dorește eliminarea ecourilor și rezonanțelor sonore. Inginerii de sunet vorbesc despre **raportul camerei de aur**, care stabilește dimensiunile ideale de bază pentru o cameră de sunet, acestea fiind $10 \times 16 \times 26$. Înălțimea camerei $10 \times \phi \approx 16$, care este lungimea camerei, iar $16 \times \phi \approx 26$, care dă lățimea camerei. Orice linie dreaptă diagonală care parcurge interiorul unui dreptunghi de aur se va reflecta la infinit fără a-și repeta traiectoria, deci unele sonore se dispersează într-o astfel de cameră cât mai eficient posibil.

Muzica sună cel mai bine și în armonie cu simțurile noastre la frecvența 432 Hz. Într-adevăr 432 este un multiplu al raportului dintre notele muzicale C și A, unde C este 1 și A este $27/16$ ceea ce este

aceiași lucru cu $432/256$ – totuși aceasta se aplică oricărei frecvențe fundamentale și nu are nimic de a face cu o valoare specifică în Hz.

Sistemul de acordare al lui Pitagora era bazat pe rotirea cincimilor perfecte. Totuși, rotirea cincimilor nu va duce niciodată la săvârșirea unui cerc – doar dacă una din cincimi este diminuată. Cu alte cuvinte, scala Pitagoreică trebuie să fie “acordată-jos” câte puțin din fiecare octavă pentru a-i menține consistența. Asta face temperamentul inegal și sunetul „oprit” la interpretarea muzicii cu armonice complexe, și acesta este exact motivul pentru care a fost abandonat.

Pitagora este, de asemenea, creditat cu descoperirea faptului că intervalele dintre note muzicale armonioase avea întotdeauna raporturi numărul întreg. De exemplu, jucând o jumătate de lungime a unui șir la chitară dă aceeași notă ca și șirul deschis, dar o octavă mai mare; o treime din lungime. Conform cercetărilor științifice de ultimă oră, frecvența de 432 Hz, este o frecvență armonioasă, care produce oscilații înalte în cadrul spiralelor ADN-ului, producând efecte vindecătoare prin știința numită meloterapia (terapia prin sunete/muzica). În acest fel, Pitagora a descris primele patru tonuri care creează intervalele comune care au devenit elementele constitutive primare ale armoniei muzicale: octava (1: 1), a cincea perfectă (3: 2), a patra perfectă (4: 3) și al treilea major (5: 4). De exemplu: dacă împărțim o octavă de o cincime perfectă, ($13/20$), vom obține raportul de aur. O modalitate utilă de a recunoaște o cincime perfectă este să ascultăm începutul „*Strălucești Micuță Stea*”. Cea mai veche modalitate de tonalitate este cunoscută ca sistemul Pitagora, și se bazează pe o stivă de cincimi perfecte, fiecare ton, în raportul 3: 2.

Pitagora a fost atât de entuziasmat de această descoperire, de care era convins că întregul univers s-a bazat pe numere, și că planetele și stelele s-au mutat în funcție de ecuațiile matematice, care corespund notelor muzicale, și a produs astfel un fel de simfonie, „muzica sferelor”.

Bibliografie

1. BERGER, Wilhelm Georg, Dimensiuni modale, Editura muzicală, București, 1979.
2. CONSTANTINESCU, Dan, Studiul proporției în Sonatele pentru pian de Beethoven, Ed. Conservatorul „C. Porumbescu”, București, 1971.
3. LENDVAI, Ernő, Béla Bartók: An Analysis of his music, Kahn & Averill, London, 1971.
4. LENDVAI, Ernő, Béla Bartók: Symmetries of music, An Introduction to Semantics of Music. Kodály Institute, Kecskemét, 1993.
5. LIVIO, Mario, Secțiunea de aur. Povestea lui phi cel mai uimitor număr, Ed. Humanitas, București, 2007.
6. Port, S., Trifan, V., *Secțiunea de aur în natură*, în: Probleme ale Științelor Socioumanistice și Modernizării Învățământului, Materialele Conferinței științifice anuale a profesorilor și cercetătorilor UPS „Ion Creangă”, Volumul III, Tipogr. UPS „Ion Creangă”, Chișinău, 2015, pp. 276-285.
7. Port, S., Trifan, V., *Secțiunea de aur în artă*, în: Probleme ale Științelor Socioumanistice și Modernizării Învățământului, Materialele Conferinței științifice anuale a profesorilor și cercetătorilor UPS „Ion Creangă”, Tipogr. UPS „Ion Creangă”, Chișinău, 2016, pp. 254-261.
8. Port, S., Trifan, V., *Istoria matematicii*, Tipogr. UPS „Ion Creangă”, Chișinău, 2015, p. 253.

BUCLE DE TIPUL WIP

Boris ȚARĂLUNGĂ, dr., conf. univ.

Summary

In this paper we define WIP loops. It is proved that, the left, middle, and right nuclei of a WIP* coincide. An example of a loop with this property is constructed.*

În teoria buclelor sunt intens studiate buclele WIP [1-3]. O buclă $Q(\cdot)$ se numește buclă WIP, dacă pentru orice $x, y \in Q, y \cdot I(x \cdot y) = Ix$. Substituția $Ix = x^{-1}$ se numește automorfism a buclei $Q(\cdot)$, dacă pentru orice