REPREZENTARI ALE RAPORTULUI SECȚIUNII DE AUR ÎN MUZICĂ

Lect. univ. dr. **Octavian Denis VELESCU**

Universitatea „Ovidius“ din Constanța, Facultatea de Arte

REZUMAT. Studiul marilor opere ale culturii universale, modul de realizare, precum și relațiile perfecte de complementaritate sau armonie ale acestora au constituit subiectul unor analize de real interes, atât pentru mediul artistic, cât și pentru cel științific. Astfel, unul dintre cele mai interesante cazuri de interferență dintre știință și artă se referă la proporționalitate. În spatele unui nume cu o reală încărcătură mistică precum secțiunea de aur, raportul de aur sau proporția divină, se află un tipar de construcție care a stârnit mereu dezbateri, fiind răspândit pe scară largă, pornind de la diverse structuri din natură, până la numeroase realizări artistice ce cuprind creații deosebite din arhitectură, arte plastice și muzică.

Cuvinte chele: muzică, proporție, secțiunea de aur, structură.

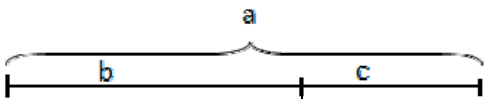
ABSTRACT. The study of the great works of the universal culture, the creation and perfect relations of complementarities or harmony of these was the subject of both artistic and scientific analysis. Thus, one of the most interesting cases of interference between science and art refers to proportionality. 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.

Keywords: music, proportion, golden section, structure.

1. SECȚIUNEA DE AUR

Secțiunea de aur este denumirea atribuită unui raport al proporțiilor care apare peste tot în natură, de la configurația unor plante sau forma cochiliilor unor nevertebrate până la imaginea galaxiilor în spirală. Aceasta îmbină armonios proprietăţile matematice şi estetice ale proporţiei, motiv pentru care a fost preluată de către creatori din diverse domenii artistice, de la arta plastică și sculptură, până la arhitectură și muzică.

Prin secțiune de aur se înțelege o relație de proporționalitate care se naște între un întreg și segmentele sale și care corespunde simetriei rapoartelor dintre întreg și subsegmentele sale. Aceasta mai poate fi întâlnită sub diverse nume ca: *raportul de aur, proporția divină,* sau *φ (phi)*.



Secțiunea de aur se notează cu φ, simbolul reprezentând prima literă a numelui sculptorului grec Phidias (490-430 î.e.n) [1], considerat a fi primul artist care a utilizat acest raport în creațiile sale, printre care se numără statuia lui *Zeus* din templul *Olympia* și *Parthenonul* din Atena [2]. Una dintre primele definiţii ale secţiunii de aur a fost formulată de către Euclid în jurul anului 300 î.e.n., care a definit acest raport ca *medie şi extremă raţie*. Prin aceasta se înţelege împărţirea unui segment astfel încât, raportul dintre întreg şi segmentul mare să fie egal cu raportul dintre segmentul mare şi cel mic [3].

sau $\frac{a}{b}=\frac{b}{c}=\varphi$.

Dacă notăm cu *1* segmentul mic şi cu *x* segmentul mare atunci vom putea exprima raportul sub forma fracției: $\frac{x}{1}=\frac{x+1}{x}$. Prin înmulțirea ambilor termeni cu x obținem: $x^2 = x + 1$ sau ecuaţia $x^2 - x - 1 = 0$ care are două soluţii: $x_1 = \frac{1+\sqrt{5}}{2}$ şi $x_2 = \frac{1-\sqrt{5}}{2}$. Astfel, valoarea secţiunii de aur este un număr iraţional, fiind de fapt semisuma dintre 1 şi rădăcina pătrată a lui 5: $(1 + \sqrt{5}) / 2 =$ = 1,6180339887 [4].

Una dintre cele mai cunoscute aproximări ale secţiunii de aur este o serie numerică cunoscută sub numele de *şirul lui Fibonacci* [5] în care raportul dintre fiecare doi termeni consecutivi este o exprimare a raportului de aur (1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144...). Cu cât înaintâm mai mult în şir, cu atât raportul dintre termeni se apropie mai mult de valoarea lui Phi (1,618033...).

1 / 1 = 1,000000	8 / 5 = 1,600000
2 / 1 = 2,000000	13 / 8 = 1,625000
3 / 2 = 1,500000	21 / 13 = 1,615385
5 / 3 = 1,666666	34 / 21 = 1,618182

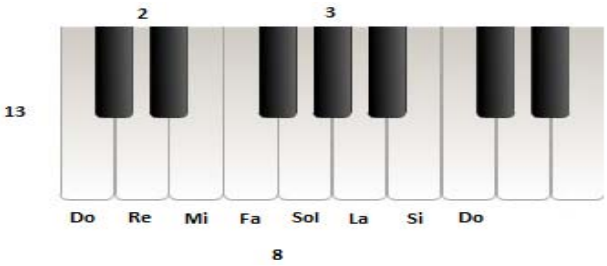
2. SECȚIUNEA DE AUR ÎN MUZICĂ

În muzică, secţiunea de aur poate apărea în diverse ipostaze, regăsindu-se în construcţia de instrumente, în organizarea structurilor sonore sau la nivelul arhitectonic al pieselor muzicale.

3. CONSTRUCȚIA DE INSTRUMENTE

Unul din modurile de reprezentare al raportului de aur în domeniu muzicii este construcţia de instrumente. Matematicianul Mario Livio care a fost studiat fenomenul secţiunii de aur în cartea intitulată *Secţiunea de aur. Povestea lui phi cel mai uimitor număr* afirmă că raportul de aur apare destul de des în construcţia viorii unde arcul de la baza intrumentului este centrat în segmentul corespunzător secţiunii de aur de deasupra liniei centrale [6]. În anul 1969, lutierul Johann Goldfuβ a executat în mod special o vioară conform acestui tipar pe baza dimensiunilor elaborate de Matila Ghika, ce corespund întocmai proporţiei divine [7].

În construcţia pianului prezenţa raportului de aur se poate observa şi mai concret printr-o simplă observare a claviaturii. Orice octavă (do-do, fa-fa, sol-soletc.) de pe orice instrument cu claviatură conţine opt clape albe şi cinci negre, toate aceastea însumând 13 clape. Mai mult, în octava do-do de pildă, clapele negre sunt împărţite la rândul lor în grupuri de două şi trei elemente. Putem lesne observa că această succesiune a termenilor corespunde întocmai şirului lui Fibonacci (...2, 3, 5, 8, 13.). Unii teoreticieni susţin chiar că sunetele reprezentative ale tonalităţii (fundamentala, terţa şi cvinta acordului de tonică) indică clapele 1, 3, 5 şi uneori 8.



4. STRUCTURI SONORE

O altă formă de manifestare a secţiunii de aur în muzică se referă la organizarea materialului sonor. Asocierea se poate observa prin corelarea elementelor din *şirul lui Fibonacci* cu anumite intervale ale căror valori corespund acestei succesiuni numerice. Raportată la numărul de semitonuri de exemplu, această serie numerică corespunde următoarelor intervale muzicale: 2 semitonuri – secundă mare; 3 semitonuri – terţă mică; 5 semitonuri – cvartă perfectă; 8 semitonuri – sextă mică; 13 semitonuri – octavă mărită; etc.. Pornind de la aceste intervale se pot realiza diverse scări muzicale sau alte tipuri de structuri sonore care pot fi imaginate drept o expresie muzicală a secţiunii de aur.

O teorie interesantă este şi cea care face referire la raporturile de frecvenţe dintre sunetele ce reies din cadrul rezonanţei naturale având la bază fracţiile determinate de Pitagora. Astfel, se pot corela diferite raporturi ale termenilor din *şirul lui Fibonacci*, cu raporturi de frecvenţă (care sunt de fapt intervale muzicale). Astfel, raporturi ale primilor termeni din succesiune, formează intervale stabile ce pornesc mai întâi din zona celor consonante perfect (prima, octavă, cvintă) şi se continuă către cele consonante imperfect raportul stabilindu-se în cele din urmă undeva în zona sextei (mare/mică).

1 / 1 – prima perfectă - consonant perfect
2 / 1 - octava perfectă - consonant perfect
3 / 2 – cvinta perfectă - consonant perfect
5 / 3 – sexta mare - consonant imperfect
8 / 5 – sexta mică - consonant imperfect
13 / 8 – un interval care se află între sexta mică şi cea mare - consonant imperfect

Acest lucru este evidenţiat în lucrarea *Proporţia divină, un studiu în frumuseţea matematică* [8] a lui H. E. Huntley care susţine că unisonul, alături de octava perfectă, sunt cele mai consonante intervale, iar expresia secţiunii de aur raportată la relaţia intervalică între sunete este sexta mică, ce reflectă raportul 8 / 5.

Pornind de la această idee a corelării raportului dintre anumiţi termeni ai şirului lui Fibonacci şi intervalele muzicale, se poate realiza o evaluare a tuturor structurilor sonore cunoscute (a modurilor diatonice sau a scării majorului natural) şi o reinterpretare a lor prin prisma acestui raport. Acordul major, de exemplu, poate fi privit ca o reflexie clară a raportului de aur fiind construit dintr-o succesiune de sunete care în planul armonicelor corespunde exact termenilor din cadrul şirului lui Fibonacci (1, 2, 3, 5, 8 – do, do, sol, mi, do).

În secolul XX, unii compozitori au realizat diverse lucrări muzicale bazându-se tocmai pe acele structuri sonore ce implică intervale sau acorduri realizate pe baza secţiunii de aur. Unul dintre aceştia este şi compozitorul Béla Bartók (1881-1945), care a dezvoltat un sistem sonor deosebit prin construirea unor moduri (scări muzicale) care alternează intervale ale căror mărimi corespund termeniilor din şir (secunda mică – 1; secunda mare – 2; terţa mică – 3; cvarta perfectă – 5).

Modelul 1:5 – realizat prin alternarea unei secunde mici (1) cu o cvartă perfectă (5):

Do - do diez - fa diez – sol – do.

Modelul 1:3 – desfăşurat prin alternarea unei secunde mici (1) cu o terţă mică (3):

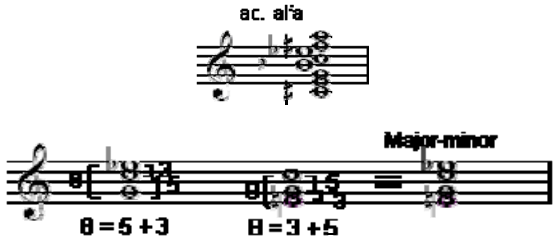
Do – do diez – mi – fa – sol diez – la – do.

Modelul 1:2 – construit din alternanţa unei secunde mici (1) cu o secundă mare (2).

Do – do diez – mi bemol – mi becar – fa diez – sol – la – si bemol – do.

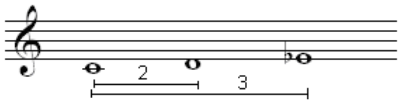
Muzicologul Ernő Lendvai care a fost preocupat de analizarea lucrărilor compozitorului maghiar afirmă în lucrarea *Béla Bartók: An Analysis of his music* că întreg sistemul cromatic utilizat de Bartók *este bazat pe legile secţiunii de aur, în special pe seria numerică a lui Fibonacci*.[9] Din acest punct de vedere, întreaga ţesătură muzicală poate fi imaginată ca o construcţie bazată pe celule de 2, 3, 5, 8, 13 semitonuri cu subdiviziuni care urmează proporţiile impuse de şirul lui Fibonacci (8 = 5 + 3). Această idee poate fi observată în finalul piesei *Divertimento pentru orchestră de coarde* (1939) de Bartók, în care tema este prezentată în cinci ipostaze, fiecare dintre acestea având un mod caracteristic de organizare. Procesul dezvoltării are în vedere o creştere bazată pe secţiunea de aur, în care anumite intervale corespondente ale termenilor din şir sunt înlocuite, la un moment dat, de altele ce corespund altor termeni din acelaşi şir.

În planul armonic, o astfel de organizare sonoră este realizată prin suprapunerea unor înălţimi (frcvenţe) ale căror raporturi intervalice corespund valorilor din seria numerică amintită. Ia naştere astfel o structură sonoră denumită generic *acordul alfa* (3,3,3,2,3,3,3.) care este formată dintr-o suprapunere de terţe mici (3 semitonuri) sudate la mijloc printr-o secundă mare (2 semitonuri). Prin asociere, acestea generează noi intervale, ale căror valoare în semitonuri corespunde şi altor termeni din şirul lui Fibonacci (2 + 3 = 5; 5 + 3 = 8 etc.).



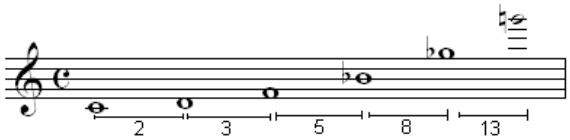
Aceeaşi preocupare pentru structuri sonore realizate pe baza şirului lui Fibonacci se regăseşte în creaţia lui W. G. Berger. Acest sistem de construcţie al modurilor este prezentat pe larg în cartea sa *Dimensiuni modale* în care sunt expuse totodată o mulţime de scări ce pot fi generate conform conceptului amintit. Compozitorul realizează mai multe tipuri de moduri (scări muzicale) denumite *specii* care se diferenţiază în funcţie de valoarea unităţii de măsură: specia I – semiton (0,5 tonuri); specia II – ton (1 ton); specia III – un ton şi jumătate (1,5 tonuri). Acestea sunt grupate pe categorii în funcţie de modul în care se realizează construcţia: prin raportare faţă de sunetul iniţial – grupa A; sau prin raportare din treaptă în treaptă – grupa B. Fiecare specie aduce cu sine încă trei forme complementare: *inversarea descendentă*, *distribuţia descendentă* şi *inversarea ascendentă*.

Autorul construieşte primele moduri (grupa A) pornind de la cea mai mică unitate structurală (semitonul) utilizând un număr restrâns de termeni ai şirului prin raportare a valorile rezultate faţă de sunetul fundamental. Ia naştere astfel un mod compus din două intervale ale căror mărime în semitonuri corespunde primilor doi termeni (diferiţi de 1) din succesiunea numerică: secundă mare (2 semitonuri) şi terţă mică (3 semitonuri).



Parcurgând drumul de la simplu la complex, construcţia modurilor evoluează adăugând treptat câte un nou interval a cărui valoare corespunde cu următorul termen din *şirul lui Fibonacci*. Urmărind acest tipar, Berger realizează o serie de moduri utilizând până la şapte termeni - diferiţi de 1 - (2, 3, 5, 8, 13, 21, 34.).

Cea de-a doua grupă (B) aduce o succesiune diferită a sunetelor prin distribuirea intervalelor din treapă în treaptă. Raportul intervalic dintre elemente creşte treptat cu o constantă egală cu φ: treptele I-II = secundă mare (2); treptele II-III = terţă mică (3); treptele III-IV = cvartă perfectă (5); treptele IV-V = sextă mică (8); etc..



Cele două modalităţi de construcţie reprezentate de grupele A şi B vor genera apoi, prin modificarea unităţii de bază, o serie de noi moduri. În acest fel, modurile din grupa A din „specia II” vor fi construite prin utilizarea unor mărimi exprimate în tonuri faţă de sunetul iniţial, în timp ce în grupa B a „speciei III”, raportul intervalic dintre treptele consecutive va avea valori pornind de la un ton şi jumătate.

5. STRUCTURI ARHITECTONICE

În domeniul muzical se pot realiza anumite asocieri cu raportul secţiunii de aur şi în cadrul tiparelor de construcţie arhitectonică, în care mărimile elementelor constitutive ale lucrării sunt organizate în

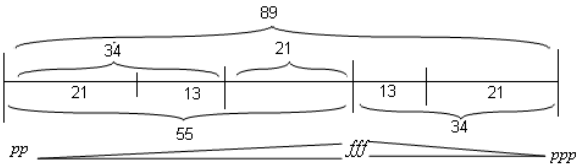
funcție de aceste proporții (la nivelul desfășurării în timp).

Compozitorul Dan Constantinescu tratează problema utilizării secțiunii de aur ca principiu de construcție în unele sonate bethoveniene în *Studiul proporției în Sonatele pentru pian de Beethoven* [10]. Analiza arată că un număr destul de mare de lucrări sunt alcătuite conform acestui principiu, care se regăsește atât la nivelul secțiunilor mari (ca *expoziție*, *dezvoltare* sau *repriză*), cât și în subarticulații ale acestora (*tema întîi* sau *tema a doua*). Și unele din lucrările lui Mozart au fost subiectul unor astfel de analize. Douglas Webster, spre exemplu, a arătat în lucrarea *Golden Mean Form in Music* că aproape toate sonatele lui Mozart sunt realizate pe baza acestui raport [11]. În aceeași direcție se situează și cercetarea matematicianului american John F. Putz care dezbate folosirea secțiunii de aur în construcția sonatelor pentru pian de Mozart, în articolul său intitulat *Secțiunea de aur și sonatele pentru pian de Mozart*[12]. Analizele s-au bazat pe raportarea celor două segmente ale formei de sonată: *expoziția* - pe de o parte - și *dezvoltarea* cu *repriza* - pe de altă parte. Calculul mărimilor s-a realizat prin numărarea măsurilor componente. Rezultatele au indicat faptul că bara dublă care marchează sfârșitul expoziției și începutul secțiunii dezvoltării este plasată, de regulă, la aproximativ 38% din distanța întregii secțiuni, delimitând astfel o împărțire a celor două segmente conform principiului secțiunii de aur. Cu alte cuvinte, acest moment de demarcație este sinonim deseori cu raportul *phi* [13].

Se pare că și în lucrările lui Claude Debussy (1862-1918) se pot realiza anumite corelații la nivelul construcției cu principiul secțiunii de aur. În *Debussy in proportion*[14], Roy Howat afirmă că în lucrarea *Reflets dans l'eau* (*Reflecții în apă*) punctul culminant apare în măsura 55, iar prima repriză a A-ului în măsura 34, între cele două stabilindu-se un raport apropiat numărului de aur. Autorul afirmă totodată că organizări asemănătoare pot fi întâlnite și în alte lucrări ale aceluiași compozitor precum: *Mer* (*Marea*) sau *Jardins Sous la Plie* (*Grădini sub ploaie*) [15].

Un alt muzician preocupat de principiul secțiunii de aur a fost, după cum am văzut, compozitorul maghiar Béla Bartók. Raportul de aur se reflectă uneori și ca tipar de construcție pentru anumite lucrări din creația sa. Muzicologul Ernö Lendvai consideră de pildă, că în prima parte din *Sonata pentru două piane și percuție* se întrevede o posibilă construcție pe baza simetriei prin secțiune de aur. Aici punctul de separare indică măsura 274 dintr-un total de 443 și corespunde din punct de vedere muzical cu începutul reprizei. Similar, în prima parte a *Divertismentului* repriza apare în măsura 348, indicând față de totalul de 563 măsuri, aceeași relație bazată pe secțiunea de aur [16].

Într-o altă lucrare a lui Bartók - *Muzică pentru coarde, celestă și percuție* - 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 [17]. Evoluția piesei este realizată astfel, printr-o acumulare treptată de tensiune către culminația care se află în punctul secțiunii de aur, climaxul fiind subliniat prin cea mai puternică nuanță la nivel dinamic dar și prin instrumentație sau scriitură.



6. CONCLUZII

După cum am văzut, prezența secțiunii de aur în planul sonor nu poate fi neglijată. Structurile sonore ce corespund proporției divine se regăsesc în diverse ipostaze, de la sistemul modal până la cel tonal sau neomodal. Asemănător, unele acorduri sau răsturnări ale unor acorduri uzuale pot fi privite, la rândul lor, ca o expresie muzicală a secțiunii de aur formată prin suprapunerea unor intervale ce se dovedesc a fi corespondente termenilor din șirul lui Fibonacci. Berger afirmă, că multe dintre aceste grupuri de sunete le întâlnim frecvent, atât în muzica populară, cât și în cea clasică [18]. Astfel, secțiunea de aur contribuie uneori (în mod natural sau artificial) la formarea organică a materialului sonor, fiind întâlnit, atât în scări muzicale precum moduri diatonice (pentatonice sau heptatonice) sau în tonalități (majore ori minore), cât și în diverse structuri armonice. Un exemplu în acest sens este acordul major, care poate fi privit și ca o selecție naturală a unor sunete în urma aplicării șirului lui Fibonacci pe seria armonicelor superioare (1, 2, 3, 5, 8), dar și ca elaborarea unei structuri sonore, obținută prin raportarea valorii seriei amintite la conținutul în semitonuri al intervalelor componente, element caracteristic limbajului bartókian (3 + 5 = 8). Despre același acord major, Matila Ghika citându-l pe A. Denéréaz în lucrarea *Estetică și teoria artei*, susține că poziția lui *mi* în cvinta *do-sol* se situează în punctul secțiunii de aur, ba mai mult, și acordul major cu septimă mică corespunde acelorași principii de construcție. Aceeași structură sonoră este întâlnită și în muzica lui Bartók, ca rezultat al suprapunerii unor intervale construite pe principiul raportului divin (3+2+3). Putem spune deci, că raportul de aur favorizează formarea unor sonorități deosebite fiind utilizat,

atât în mod voluntar, cât şi involuntar, stabilindu-se drept un element comun în mai multe limbaje de compoziţie.

Din cele mai vechi timpuri, simetria pe baza secţiunii de aur apare ca element constitutiv în construcţia unor lucrări artistice sau arhitecturale. În muzică acest tip de relaţionare a segmentelor componente se poate regăsi în anumite lucrări muzicale la diferite scări de mărime, reprezentând de cele mai multe ori, nu un principiu de construcţie declarat, ci mai degrabă o formă ascunsă dictată de raţiuni de ordin estetic. Din acest motiv, unii muzicologi au fost preocupaţi de descoperirea şi analizarea acestui principiu de simetrie bazat pe secţiunea de aur în diverse creaţii muzicale, din diferite curente artistice, stiluri sau perioade istorice. Însă, în lipsa unor afirmaţii directe ale creatorilor asupra utilizării conştiente a *proporţiei divine* în lucrările lor, descoperirea şi asocierea acestora cu principiul secţiunii de aur rămâne doar o operaţie de analiză care nu poate demonstra că acesta a fost un tipar intenţionat de construcţie, decât poate la nivel subconştient.

NOTE

[1] Birch Fett, *An In-depth Investigation of the Divine Ratio*, The Montana Mathematics Enthusiast, Vol. 3. Nr. 2. (July 2006), Editor Bharath Sriraman, The University of Montana, la: http://www.math.umt.edu/tmme/vol3no2/tmmevol3no2_july2006_fullissue.pdf
[2] Mario Livio, *Secţiunea de aur. Povestea lui phi cel mai uimitor număr,* Humanitas, Bucureşti, 2007, pag. 14.
[3] Mario Livio, pag. 11.
[4] Mario Livio, pag. 97.
[5] Leonardo Fibonacci (cca. 1170 - 1240)
[6] Mario Livio, pag. 211
[7] „Matila Ghyka", *Wikipedia Enciclopedia liberă* La: http://ro.wikipedia.org/wiki/Matila_Ghyka
[8] H. E. Huntley, *The Divine Proportion: A Study in Mathematical Beauty*, Dover Publication, Inc, New York, 1970
[9] Ernő Lendvai, *Béla Bartók: An Analysis of his music*, Kahn & Averill, London, 1971, pag. 35
[10] D. Constantinescu, - studiu publicat în *Cercetări de muzicologie*, ed. Conservatorul „C. Porumbescu", Bucureşti, 1971
[11] Timothy J. Warner, http://www.artofrecord_production.com/content/view/195/22/
[12] John Putz, „The Golden Section and the Piano Sonatas of Mozart" în *Mathematics Magazine*, Vol. 68, No. 4, 1995, p. 275-282
[13] Timothy J. Warner, http://www.artofrecord_production.com/content/view/195/22/ .
[14] Roy Howat, *Debussy in Proportion*: *A musical Analysis*, Cambridge University Press, 1983
[15] Mario Livio, pag. 218
[16] Lendvai, *Béla Bartók: An analysis of his music*, pag. 18.
[17] Ernö Lendvai, *Béla Bartók*: *Symmetries of music, An Introduction to Semantics of Music*, p.58
[18] Wilhelm Georg Berger, p. 15

BIBLIOGRAFIE

BERGER Wilhelm Georg, *Dimensiuni modale*, Editura muzicală, Bucureşti, 1979.
CONSTANTINESCU Dan, *Studiul proporţiei în Sonatele pentru pian de Beethoven,* ed. Conservatorul „C. Porumbescu", Bucureşti, 1971.
LENDVAI Ernő, *Béla Bartók: An Analysis of his music*, Kahn & Averill, London, 1971.
LENDVAI Ernö, *Béla Bartók*: *Symmetries of music, An Introduction to Semantics of Music*. Kodály Institute, Kecskemét, 1993.
LIVIO Mario, *Secţiunea de aur. Povestea lui phi cel mai uimitor număr,* Humanitas, Bucureşti, 2007.

Despre autor

Lect. univ. dr. **Octavian Denis VELESCU**
Universitatea „Ovidius" din Constanţa

Este cadru didactic al Facultăţii de Arte la specializarea Pedagogie muzicală din Universitatea „Ovidius" – Constanţa. Este absolvent al Universităţii Naţionale de Muzică din Bucureşti, instituţie la care a încheiat, alături de studiile de licenţă, şi pe cele masterale şi doctorale. Cel mai recent stagiu de pregătire îl reprezintă o bursă postdoctorală ce s-a desfăşurat în cadrul Intitutului Muzical de Studii Doctorale Avansate (MIDAS) realizat în cadrul aceleiaşi instituţii de învăţământ.