

## INTONAȚIA LA INSTRUMENTELE DE COARDE, SISTEMELE INTONAȚIONALE, SOLUȚII ȘTIINȚIFICE ȘI PRACTICE

**Drd. Carol VITEZ (Germania)**

evummusic@gmail.com

Universitatea de Vest din Timișoara

**Abstract:** A brief history of the violin making with the origin of the instruments and the most important representatives of the great violin making schools. Construction of the string instruments. Units of measurement of the intervals and sounds, their relevance and the history of discoveries. The great intonation systems, the temperate and the free-swinging systems with their parts. A history of their evolution. Uneven tempering system. The equal tempered system. The natural harmonic system. The continuing using it with a short history. Intervals in the natural harmonic system. The Pythagorean system. Intervals in the Pythagorean system. The hearing, the brain and the possibilities of an instrumentalist in intoning just a sound. The smallest interval that we can certainly detect and identify with our human hearing. The smallest unit of measurement is the foundation of every system of measurement. Hearing training.

The advantages of the Pythagorean system. The only free-swinging system from which we can extract a complete scale, sounds at the same frequency, a beneficial psychical effect.

**Keywords:** intonation, intervals, String, system, units.

### Scurt istoric

Minunata perioadă a antichității din faimoasa Eladă nu ne aduce doar importante descoperiri în domeniile științei, ca matematicile, fizica, chiar astrofizica, filosofia, sau politica, etc, ci ne aduce o deosebit de importantă descoperire în domeniul muzicii.

Marele matematician, filosof și totodată părinte al teoriei muzicii, Pitagora sau Pythagoras din Samos (Πυθαγόρας; n. circa. 580 î.Hr. - d. circa. 495 î.Hr.), a descoperit armonicile superioare ale sunetului, folosindu-se de o coardă întinsă pe un instrument muzical al vremii. Cu ajutorul cunoștințelor sale matematice, apelează la fracții în raport cu lungimea vibratoare a coardei. Prin aceste procedee a reușit să descopere relațiile matematice dintre armonicile naturale ale sunetului.



Prin acest procedeu Pitagora a descoperit că poate extrage o gamă naturală în cadrul unei octave, deci a postulat pentru eternitate acest sistem. Armonicele naturale ale sunetului sunt așezate așadar în funcție de fracțiile matematice, iar ordinea lor poate defini un sunet ca fiind la o anumită distanță de un altul. Același lucru, tot prin fracțiile matematice îl putem regăsi și în spirala cvintelor. Spre exemplu primul armonic natural al unui sunet după cum puteți vedea din graficul de mai sus este octava. Aceasta înseamnă că octava se află într-un raport de frecvență de 2:1 față de sunetul de bază. Cel de al treilea armonic se află la o distanță de cvintă față de cel de al doilea, deci rezultă o raport de frecvență 3:2 față de sunetul de bază, șamd.

O nouă mare descoperire a lui Pitagora a fost că raportul de frecvență al intervalelor prin acest procedeu de extracție a unei game din sistemul armonic natural, nu coincide la prima vedere cu cel al extracției din spirala cvintelor. Cercetările ulterioare însă l-au convins de naturalețea și de veridicitatea sistemului spiralei cvintelor.

Prin această procedură a definit și stabilit un raport de frecvență al intervalelor pentru toate intervalele perfecte și anume Octava 2:1, Cvinta 3:2, Cvarta 4:3, Tonul 9:8, dar a reușit și stabilirea celorlalte intervale, fiecare cu raport de frecvență unic.

Totodată Pythagoras a împărțit tonul în nouă come, iar semitonul mare (cromatic) în 5 come și pe cel mic (diatonic) în 4 come. Din aceasta rezultă că o octavă va avea 53 come egale, o cvintă 31 come egale, iar o cvartă 22 de come egale.

După cum știm, aceste minunate descoperiri au fost pierdute pentru o lungă perioadă de timp și doar factori istorici (pe care nu-i voi dezvolta aici), fac ca abia în altă perioadă fastă a omenirii, Renașterea, să putem beneficia de ele.

În secolul al XVI-lea, în plină Renaștere, marii maeștri lutieri Gasparo Bertolotti (numit și da Salò) și ucenicul său Paolo Maggini la Brescia, au construit primele instrumente moderne de coarde.

Aceste instrumente s-au născut ca urmașe ale Fidule, Viola da Braccio și Viola da Gamba și se datorează dezvoltării muzicii clasice după redescoperirea scrierilor lui Pitagora. Marii compozitori renascentiști au început să compună, iar instrumentele trebuiau perfecționate. Tradiția începută de Gasparo Bertolotti, se mută datorită lui Andreea Amati la Cremona, unde începe o minunată tradiție a lutieriei ce continuă până în prezent. Familia Amati a oferit lumii prin mai multe generații de lutieri, instrumente de o calitate excepțională care sunt și azi extrem de valoroase.

Discipolii lui Nicolo Amati, Antonio Stradivari și Giuseppe Guarneri (numit și del Gesù), au dus arta lutieriei la perfecțiune, stabilind forma și ingredientele necesare instrumentelor ce sunt folosite în luterie până în prezent.

Din Italia, această tradiție a construcției instrumentelor de coarde se propagă și în Germania, Franța și Tirol (azi în Austria-Italia de nord vest), iar aceste țări sunt alături de Italia până în prezent cele mai importante centre ale lutieriei.

Am să numesc doar câțiva reprezentanți de seamă ai lutieriei din aceste țări.

În Germania, Matthias Klotz și Leopold Widhalm, în Franța Gasparo Duiffopruggar și Jean- François Aldric, în Tirol Jakobus Steiner și Matthias Alban.

O remarcă este că lutierul francez Gasparo Duiffopruggar este mai mult o legendă, majoritatea instrumentelor ce se credeau a fi construite de acest lutier, experții le atribuie azi lui Jean Baptiste Vuillaume.

Jean Baptiste Vuillaume a colaborat îndeaproape pentru perfecționarea instrumentelor sale cu marele violonist și compozitor Niccolò Paganini, dar și cu medicul și fizicianul francez Félix Savart, cel ce avea să descopere prima unitate de măsură a relațiilor dintre sunete în afară de raportul de frecvență.

”Medicul și fizicianul francez Félix Savart (\* 30. iunie 1791 Charleville-Mézières, Ardennes; † 16. martie 1841 Paris), a lucrat la începutul secolului XIX cu Jean-Baptiste Biot la legătura dintre curentul electric și magnetism (legea Biot-Savart). Din această cercetare a rezultat și unitatea de măsură a relațiilor dintre sunete ce-i poartă numele (Savart) și se referă la proprietățile șirurilor vibrante. El a construit o vioară trapezoidală, ale cărei caracteristici acustice nu erau convingătoare (originalul se află în Muzeul Politehnicii École din Paris; o replică îmbunătățită din 1909 se află în DeutschenMuseum din Munchen).

Faimosul lutier francez Jean-Baptiste Vuillaume a lucrat îndeaproape cu Félix Savart pentru a îmbunătăți calitatea sunetului instrumentelor sale. Savart a împrăștiat nisip pe o bucată din lemn de  $180 \times 25 \text{ mm} \times 2,5 \text{ mm}$  obținută din spatele unor viole Stradivari și Guarneri și a frecat cu un arcuș de vioară de-a lungul marginii acestei scânduri. Sunetul rezultat de fiecare dată era sunetul mi, iar în nisip s-au format două linii paralele. El a făcut aceeași încercare cu bucățile obținute din fețele instrumentelor și a constatat că la aceste viori de înaltă calitate, sunetul produs era cu un ton mai sus decât cel obținut din spatele instrumentelor. În alte experimentele, cu viori de mai proastă calitate, diferența a fost de cel puțin o terță până la o cvartă.”

Wikipedia Valoarea de 1000 de savarți este echivalentul frecvenței de 10:1, asta face ca o octavă să aibă valoarea de 301,01 savarți, o cvintă de 176,09 savarți, o cvartă de 124,94 savarți, două octave 602,02 savarți, valoarea fiecărui interval putând fi calculată pe baza fracțiilor atribuite fiecărui

interval. O altă unitate de măsură a relațiilor dintre sunete, mai des uzitată decât savartul, este centul. Această unitate de măsură a fost propusă în anul 1875 de către filologul, matematicianul și teoretician al muzicii englez Alexander John Ellis (\* 14 iunie 1814 Hoxton, England; † 28 octombrie 1890 Kensington) și a câștigat notorietate și acceptanță. Această unitate de măsură împarte octava în 1200 cenți, iar celelalte intervale în funcție de raportul de frecvență. În sfârșit, marele fizician german Heinrich Rudolf Hertz(22.02.1857 în Hamburg; † 1.01 1894), descoperă în secolul XIX unitatea de măsură a vibrațiilor pe secundă (Hz).

Această unitate de măsură a fost aplicată doar pentru măsurarea vibrațiilor undelor electromagnetice pentru o lungă perioadă de timp, însă în perioada interbelică a început să fie folosită și la măsurarea undelor mecanice și anume sunetul.

### **Marile sisteme de intonație**

Marile sisteme de intonație sunt cel temperat și cel netemperat sau natural, fiecare dintre acestea împărțindu-se la rândul lor în două mari sisteme.

Dacă despre cel netemperat sau natural am arătat că provine sau din ordinea armonicelor naturale sau din cel al spiralei cvintelor, cel temperat poate fi și el egal și neegal.

Sistemul temperat a apărut ca o necesitate, datorită instrumentelor cu taste. Orga, deși cunoscută încă din antichitate (sub o formă desigur primitivă) cu doar 8 tuburi și o claviatură rudimentară, va cunoaște împreună cu celelalte instrumente cu taste, o dezvoltare abia în secolul XV, la fel ca și instrumentele de coarde cu arcuș. Odată cu apariția clavicordului, a spinetei și a clavecinului, în Renaștere, teoreticienii au început să se caute un sistem de temperare cât mai adecvat.

Au urmat extrem de multe sisteme și teorii despre posibilitățile de temperare și deoarece un sistem perfect nu poate exista, se folosesc diferite sisteme, până în ziua de azi.

### **Sistemul temperat egal**

”Primul teoretician care s-a gândit la o egalizare aproximativă a intervalelor omonime a fost GioseffoZarlino. În ”Institutioniharmoniche” (1558), el pune condiția ca cvintele să fie acordate mai jos cu  $2/7$ .....” Dem. Urmă.

De asemenea sistemele propuse de muzicianul și teoreticianul german Andreas Werckmeister (1645-1706) între anii 1681 și 1691 s-au ocupat atât de sistemul cu ton mediu amintit mai sus, cât și de cel egal la care face tranziția odată cu apariția lucrării sale ”MusikalischeTemperatur” în anul 1691.

Pentru că nu putem împărți o octavă în 53 de trepte, totodată realizând și enarmonie, acest sistem, chiar dacă se bazează pe coma pitagorică nu poate fi aplicat decât prin compromisuri.

Asta face ca intervalele din sistemul Mercator-Holder să nu coincidă cu cele sistemul armonic (natural) sau cel pitagoric.

Un decisiv aport spre o temperare egală l-a adus marele compozitor Johann Sebastian Bach, prin lucrarea sa ”Clavecinul bine temperat” scrisă în perioada cât a locuit la Köthen.

Nu vom mai aminti alte sisteme temperate egale, deși ar mai fi multe de enumerat, dar cel mai uzitat sistem în zilele noastre mai ales în cazul instrumentelor electronice este bazat pe intervale egale cu valoarea crescătoare ca multiplu a 100 de cenți după cum urmează:

Prima = 0 cenți

Semitonul temperat = 100 cenți

Tonul temperat = 200 cenți  
Terța mică temperată = 300 cenți  
Terța mare temperată = 400 cenți  
Cvarta temperată = 500 cenți  
Cvarta temperată mărită și cvinta temperată micșorată = 600 cenți  
Cvinta temperată = 700 cenți  
Sexta mică temperată = 800 cenți  
Sexta mare temperată = 900 cenți  
Septima mică temperată = 1000 cenți  
Septima mare temperată = 1100 cenți  
Octava = 1200 cenți

### **Sistemul temperat neegal**

Sistemul temperat neegal este la fel ca și cel temperat egal, împărțit în multiple categorii, o pleiadă de muzicieni, dar și oameni de știință au explorat și implementat sisteme diferite de-a lungul istoriei.

Principala particularitate al acestuia sunt tonul mediu și împărțirea octavei în 12 trepte.

Primul muzician și teoretician care a aprofundat domeniul a fost germanul ArnoltSchlick, acesta deși orb, s-a ocupat de construcția, acordajul și bineînțeles cântatul la orgă.

Din multitudinea de sisteme ce i-au urmat sistemului lui Schlick, aș mai menționa sistemele propuse de Johann PhilippKirnberger (1721-1783) care ne propune un sistem temperat neegal.

Acesta deși sunt speculații că ar fi fost elev al lui Johann Sebastian Bach (fapt destul controversat neexistând nicio dovadă, dar și foarte improbabil, pentru că Bach după cum am văzut pleda pentru o temperare



egală), revine asupra subiectului și introduce o serie de sisteme de temperare neegală.

”Sistemul era foarte imperfect, deoarece numai trei terțe mari erau curate (do - mi, re - fa diez și sol - si). Celelalte erau înalte iar unele aveau chiar valoarea pitagorică. La cele două cvinte joase se adaugă cvinta fa diez - do diez (re bemol). Acorduri perfecte exacte erau numai cele majore avînd ca tonică do și sol și cele minore avînd ca tonică mi și si.” Dem. Urmă

### **Sistemul netemperat armonic sau natural (gama fizicienilor)**

Primul care a contestat școala pitagorică muzicală (rezultată din spirala cvintelor) și a introdus elemente ale acestui sistem a fost Aristoxenos din Tars (circa 354 - 300 î.e.n.), fiul discipolului lui Socrates (499 -399 î.e.n.) Spintharos, la rândul său discipol al lui Aristoteles (384 – 322 î.e.n.).

Acest sistem a fost adoptat de mulți teoreticieni printre care și matematicianul, astronomul și filosoful KlaudiosPtolemaios circa (100-160 î.e.n.), iar bazat pe tetracordurile din modurile grecești ca: - tetracordul diatonic (16:15)(10:9)(9:8), tetracordul cromatic (16:15)(25:24)(6:5) și tetracordul enarmonic (32:31)(31:30)(5:4) – Didymos (sec I î.e.n.) este primul dintre teoreticienii ce folosesc consecvent raporturile de 5:4 pentru o terță mare și de 6:5 pentru cea mică, pe care le-a mai folosit anterior și Aristoxenos din Tars.

Raportul de frecvență este însă departe de a stabili o fracție valabilă fiecărui interval în acest sistem, deoarece intervalele se repetă pe parcursul armonicelor superioare și deci pentru un interval avem mai multe fracții posibile. De aici rezultă și diferența dintre unitățile cele mai mici de măsură care ar trebui să fie coma dacă ne luăm după sistemul pitagoric. În acest sistem va apare și schisma sau minima, rezultat din diferența dintre

cromatismele aflate într-un ton mic, de unde rezultă cel mai mic interval întâlnit în acustica muzicală (schisma), cu o valoare în zecimale de 1,00113.

Octava, este perfectă, cu un raport de frecvență de  $2 : 1$  și cu valoarea numerică 2.

Septima. Datorită ordinii armonicilor, în sistemul armonic natural vom avea trei feluri de septime diferite: septima mare ce se regăsește între armonicile 8 și 15, deci cu un raport de frecvență de  $15 : 8$ , ceea ce reprezintă în valoare numerală zecimală 1,875; septima mică înaltă ce se regăsește între armonicile 5 și 9, deci cu un raport de frecvență de  $9 : 5$ , ceea ce reprezintă în valoare numerală zecimală 1,80 și septima mică joasă, ce se regăsește între armonicile 9 și 16, deci cu un raport de frecvență de  $16 : 9$ , ceea ce reprezintă în valoare numerală zecimală 1,7777.

Sextele sunt și ele de trei feluri în acest sistem: sexta mare înaltă, cu un raport de frecvență de  $27:16$ , ceea ce reprezintă în valoare numerală zecimală 1,6875; sexta mare joasă, formată între armonicile 3 și 5, deci cu un raport de frecvență de  $5 : 3$ , ceea ce reprezintă în valoare numerală zecimală 1,6666 și sexta mică, formată între armonicile 5 și 8, deci cu un raport de frecvență de  $8:5$ , ceea ce reprezintă în valoare numerală zecimală 1,6666.

Aici observăm legat de sextele mari o anomalie existând sexte mari cu valori diferite. Aceasta se datorează faptului că nu poate fi construită o gamă folosind acest sistem de intonație, deoarece lipsesc treapta a IV a și a VI a din lanțul armonic. Spre exemplu, în toate armonicile sunetului do, nu există sunetele fa și la, acestea fiind deduse matematic, fenomen la care vor mai fi referiri pe parcursul lucrării.

Cvintele, deși ar trebui să fie perfecte, sunt însă la rândul lor două feluri: cvinta perfectă, formată între armonicile 2 și 3, deci cu un raport de frecvență de  $3 : 2$ , ceea ce reprezintă în valoare numerală zecimală 1.5 și

cvinta joasă, datorată aceleiași lipse a treptei a VI a din lanțul armonic, cu un raport de frecvență de  $40 : 27$ , ceea ce reprezintă în valoare numerală zecimală 1,481.

La cele două, dacă adăugăm cvinta micșorată, din nou, datorită lipsei a aceleiași treptă a VI a din lanțul armonic, are tot două valori diferite. Prima cu un raport de frecvență de  $36 : 25$ , ceea ce reprezintă în valoare numerală zecimală 1,44, iar cea de a doua cu un raport de frecvență de  $64 : 45$ , ceea ce reprezintă în valoare numerală zecimală 1,4222.

Cvartele fiind intervalul ”oglindă” al cvintelor, sunt și acestea tot de două valori diferite: și anume cvarta înaltă, rezultată din lipsa treptei a VI a din lanțul armonic, cu un raport de frecvență de  $27:20$ , o valoare numerală zecimală de 1,35 și cvarta perfectă, ce se regăsește între armonicile 3 și 4, deci cu un raport de frecvență de  $4:3$ , ceea ce reprezintă în valoare numerală zecimală 1,333.

La cele două adăugăm ca și la cvinte cele două cvarte mărite rezultate din lipsa treptei a VI a din lanțul armonic. Prima cu un raport de frecvență de  $45:32$ , ce reprezintă în valoare numerală zecimală 1,4062, iar cea de a doua cu un raport de frecvență de  $25:18$ , ceea ce reprezintă în valoare numerală zecimală 1,3888.

Terța mare se regăsește în lanțul armonic între armonicile 4 și 5, deci cu un raport de frecvență de  $5:4$ , ce reprezintă în valoare numerală zecimală 1,25, dar regăsim o terță mare înaltă și între armonicile 7 și 9. Aceasta are deci raportul de frecvență de  $9:7$ .

Terțele mici, ca și sextele mari, fiind intervalul ”oglindă” al acestora vor fi de două feluri. Terța mică naturală, ce află în lanțul armonic între armonicile 5 și 6, deci cu un raport de frecvență de  $6:5$ , ceea ce reprezintă în valoare numerală zecimală 1,2 și terța mică joasă, existentă datorită lipsei

trepteii a VI a din lanțul armonic, cu un raport de frecvență de 32:27, ceea ce reprezintă în valoare numerală zecimală 1,185.

Secunde mari pot fi și acestea de două feluri: tonul mare, regăsit în lanțul armonic între armonicile 8 și 9, deci cu un raport de frecvență de 9:8, ceea ce reprezintă în valoare numerală zecimală 1,125 și tonul mic, ce se află în lanțul armonic între armonicile 9 și 10, deci cu un raport de frecvență de 10:9, ceea ce reprezintă în valoare numerală zecimală 1,1111.

Semitonul diatonic este de trei valori diferite, semitonul diatonic natural înalt, cu un raport de frecvență de 27 : 25 și o valoare numerică zecimală de 1,08, semitonul diatonic natural, cu un raport de frecvență de 16 :15 și cu o valoare zecimală de 1,0666 și semitonul diatonic jos cu o frecvență de 256 : 243, ce reprezintă o valoare zecimală de 1,05349.

Semitonul cromatic are și acesta două valori diferite, ce se datorează tot lipsei trepteii a VI a din lanțul armonic: semitonul cromatic mare, cu un raport de frecvență de 135 : 128, ce reprezintă în valoare numerală zecimală 1,0546 și semitonul cromatic mic, cu un raport de frecvență de 25 : 24, ceea ce reprezintă în valoare numerală zecimală 1,0416.

Coma poate fi mică, sintonică, mare, bisintonică și trisintonică, fiecare cu valoarea ei, iar în acest caz le enumerăm în ordine crescătoare, deoarece avem și come compuse.

Coma mică se obține din împărțirea valorii unui ton mare la cea a două semitonuri cromatice mari și deci un raport de frecvență de  $(9:8) : (135:128)^2 = 1,1125:1,1123$ . Aceasta are o valoare în numere zecimale de 1,01141; coma sintonică se obține prin împărțirea valorii unui ton mare la cea a unui ton mic, deci raportul de frecvență este de  $(9:8) : (10:9) = 81:80$ . Aceasta are o valoare în numere zecimale de 1,0125; coma mare se obține din împărțirea valorii unei octave la valoarea a trei terțe mari naturale, deci raportul de frecvență este de  $2:(5:4)^3$ . Aceasta reprezintă o valoare în numere

zecimale de 1,1024; coma bisintonică, rezultă după cum îi spune și numele din împărțirea pătratului comei sintonice  $(81:20)^2 = 6561:6400$ . Are deci o valoare în numere zecimale de 1,0251, iar ultima comă din acest sistem este coma trisintonică, a cărei valori se obține prin împărțirea cubului comei sintonice, deci  $(81:80)^3 = 531\,441 : 512\,000$ , cu o valoare numerică zecimală de 1,03797.

Deci iată că acest sistem armonic (natural) de intonație este o nebuloasă. În afară de primă și octavă, niciun interval nu este unic ca valoare, distanța de la baza și vârful celorlalte intervale este relativă, chiar și cele ale cvintei și ale cvartei ce ar trebui să fie perfecte. O parte dintre treptele gamei se regăsesc în șirul armonic, iar cealaltă sunt doar o simplă speculație matematică, motiv pentru care este exclus să ne putem baza pe auz. Nu îi este posibil niciunui muzician să folosească acest sistem de intonație așa zis armonic sau natural, de aceea este supranumit și gama fizicienilor.

”Nu există în lumea întreagă melodii din care să se poată extrage o gamă ca aceea care rezultă direct din seria armonică. Pe de altă parte, dacă luăm în considerație numai sunetele exacte (do, re, mi, sol, si), trebuie să le mai adăugăm din afara seriei armonice pe fa și la, cvarta perfectă și sexta mare a tonicii. Cei ce vor să explice geneza gamei naturale pe baza seriei armonice sînt nevoiți să imagineze tot felul de artificii pentru a da o aparență logică, rațională, existenței în ea a sunetelor fa și la cu totul străine de armonicile lui do. Prin urmare, un sunet fundamental nu poate genera o gamă naturală din șapte sunete, ci cel mult din cinci (do, re, mi, sol, si), adică o pentatonică de laborator, fără existență în practica muzicală...

În concluzie, gama naturală completă nu este o creație obiectivă, a naturii, ci subiectivă, a omului, prezentînd față de celelalte game avantajul de a fi oferit

cadrul sonor necesar dezvoltării armoniei, într-o epocă în care acordurile se impuneau ca modalitate importantă de comunicare muzicală...

Trebuie apoi să fie clar că, dacă ar exista o gamă dată omului în mod direct, exclusiv și inevitabil de vibrațiile corpurilor sonore, muzica nu s-ar fi putut dezvolta decât în cadrul unei asemenea game naturale obiective. Însăși imensa varietate a gamelor (și mai cu seamă a sistemelor modale) demonstrează că orice gamă este de fapt o construcție subiectivă, o alegere de intervale (și deci de sunete) dintre cele multe posibile, alegere care variază în timp și spațiu după numeroase condiții și criterii. Amintim apoi că gamele derivă din muzica practică și nu invers – și că o gamă care nu poate fi extrasă dintr-o melodie nu are nici scop și nici rațiune de a fi.....

La rigoare, gama rezultată din cvinte este mai ”naturală” decât cea dedusă din intervalele seriei armonice. Și, în fapt, o serie de cvinte ascendente dau loc inevitabil unei anumite game, complete – cu toate sunetele, care nu are nevoie de adaosuri artificiale, din afară - unei game care are părțile ei bune și rele dar care, oricum, a stat și poate sta încă prin ea însăși, la baza unui sistem muzical, chiar dacă nu perfect. Față de aceasta, gama dedusă exclusiv din seria armonică nu a stat și nu poate sta la baza unui sistem muzical practic. Ca atare, se poate foarte bine afirma că, dacă există o gamă, și ea naturală, însă completă, aceasta este tocmai gama lui Pitagora.”  
Scrie Dem. Urmă în minunata sa carte Acustică și Muzică.

### **Sistemul Pitagoric**

Pythagoras a calculat intervalele bazându-se pe spirala cvintelor. A pornit din cvintă în cvintă ascendentă sau descendentă până a găsit sunetul dorit, după care l-a adus în octava dorită prin transpunere la octava, sau la octavele superioare sau inferioare dorite.

În sistemul pitagoric fiecare interval are valoarea sa și este unic.

Prima pitagorică coincide cu cea naturală perfectă și are raport de frecvență de 1:1 și valoarea numerică 1.

Secunda mică pitagorică, este succesiunea a cinci cvinte descendente și a trei octave ascendente, cu un raport de frecvență de 256:243 și o valoare în numere zecimale de 1,053497.

Secunda mare pitagorică, este succesiunea a două cvinte ascendente și o octavă descendentă, cu un raport de frecvență de 9:8 și o valoare în numere zecimale de 1,1250.

Terța mică pitagorică este succesiunea a trei cvinte descendente și a două octave ascendente, cu un raport de frecvență de 32:27 și o valoare în numere zecimale de 1,185185.

Terța mare pitagorică este succesiunea a patru cvinte ascendente și a două octave descendente, cu un raport de frecvență de 81:64 și o valoare în numere zecimale de 1,265625.

Cvarta perfectă pitagorică coincide cu cea naturală perfectă și se află la o cvintă descendentă, cu un raport de frecvență de 4:3 și o valoare în numere zecimale de 1,33333.

Cvarta mărită pitagorică se află la șase cvinte ascendente și trei octave, cu un raport de frecvență de 729: 512 și o valoare în numere zecimale de 1,42382.

Cvinta micșorată pitagorică și se află la șase cvinte descendente și trei octave ascendente, cu un raport de frecvență de 1024:729 și o valoare în numere zecimale de 1,40466.

Cvinta perfectă pitagorică coincide cu cea naturală perfectă și se află la un interval de cvintă ascendentă sau descendentă, cu un raport de frecvență de 3:2 și o valoare în numere zecimale de 1,5.

Sexta mică pitagorică este succesiunea a patru cvinte descendente și a trei octave ascendente, cu un raport de frecvență de 128:81 și o valoare în numere zecimale de 1,580246.

Sexta mare pitagorică este succesiunea a trei cvinte ascendente și o octavă descendentă, cu un raport de frecvență de 27:16 și o valoare în numere zecimale de 1,6875.

Septima mică pitagorică este succesiunea a două cvinte descendente și a două octave ascendente, cu un raport de frecvență de 16:9 și o valoare în numere zecimale de 1,77777.

Septima mare pitagorică este succesiunea a cinci cvinte ascendente a două octave ascendente, cu un raport de frecvență de 243:128 și o valoare în numere zecimale de 1,898437.

Octava pitagorică coincide cu cea naturală și se află la o octavă ascendentă sau descendentă, cu un raport de frecvență de 2:1 și o valoare numerică 2.

Din multitudinea acestor posibilități de a intona, un muzician trebuie să o aleagă pe cea mai prielnică în acel moment, iar aceasta se poate doar prin antrenarea auzului și adaptabilității continue.

Azul este unul dintre cele mai importante simțuri ale omului. Acesta ne oferă posibilitatea de a recepționa undele mecanice (sonore). Dar cum se întâmplă aceasta? Vom încerca foarte pe scurt o descriere a acestui fenomen, deoarece ne servește și la o mai bună înțelegere a fenomenului intonațional.

- a. urechea externă - captează undele sonore și le direcționează spre urechea medie.
- b. urechea medie - transformă undele sonore în unde de presiune mecanică, care sunt apoi transferate la lichidele din urechea internă.
- c. urechea internă (cochlee) - transformă undele de presiune în semnale sonore pe care creierul le poate înțelege.



Pentru un auz natural, fiecare parte a urechii trebuie să funcționeze adecvat.

”Urechea nu putea fi mai perfectă. Este atât de sensibilă, încât dacă această sensibilitate ar fi doar puțin mai mare, ar fi transmisă către creier până mișcarea particulelor din aer generată de căldură (ceea ce nu ar folosi nimănui). Și aceasta totodată cu un zgomot puternic. Acoperă o gamă incredibil de largă a înregistrării vibrațiilor, care poate varia de la cel mai slab sunet până la granița durerii, cu valori la puterea a zecea sau chiar a douăsprezecea.”

După cum descrie Prof. Dr. Dr. Manfred Spitzer în cartea citată mai sus, un experiment făcut de Röder și colaboratorii săi în anul 1999, având ca subiecți de cercetare mai mulți oameni lipsiți de vedere, revelează că aceștia deși lipsiți de vedere se orientează în spațiu datorită auzului. Cel mai mic interval pe care-l putem stabili și detecta cu auzul nostru este coma pitagorică, ceea ce ne oferă posibilitatea antrenării auzului pentru a putea face față instantaneu oricărui sistem intonațional, aceasta în care studiem acest sistem. Bineînțeles că dacă ne vom antrena auzul în așa fel încât să depisteze cu ușurință coma pitagorică ca cea mai mică unitate de măsură, vom fi capabili să construim pe aceasta orice interval dorim.

Avantajul folosirii sistemului pitagoric este însă uriaș, datorită distanței constante dintre sunetele ce formează un interval.

Acest fapt conferă totodată și auditoriului un confort psihic, fiecare revenire la un sunet pe care-l poate recunoaște datorită auzului, fiind echivalentul a revenirii într-un loc cunoscut.

#### **References:**

1. Victor, Giuleanu, *Teoria muzicii*, Editura fundației „România de mâine”, București, 1998.
2. Dem., Urmă, *Acustică și Muzică*, Editura științifică și enciclopedică, București, 1962.
3. Manfred, Spitzer, *Musik im Kopf*, Editura Schattauer, Stuttgart, 2002.