MULTIDISCIPLINARY SCIENTIFIC JOURNAL NÚCLEO DO CONHECIMENTO

REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR NÚCLEO DO CONHECIMENTO ISSN: 2448-0959
https://www.nucleodoconhecimento.com.br

LA STRUTTURA MATEMATICA DELLA MUSICA

ARTICOLO ORIGINALE

VIANA, Arnóbio Araújo[1]

VIANA, Arnóbio Araújo. **La struttura matematica della musica.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano. 07, Ed. 08, Vol. 02, pp. 196-220. Agosto de 2022. ISSN: 2448-0959, Link de acesso: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/olimpiadi-di-matematica/matematica-della-musica, DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/olimpiadi-di-matematica/matematica-della-musica

RIEPILOGO

Tenendo conto che la composizione musicale è una solida struttura matematica, questo articolo dimostra lo sviluppo della Struttura Matematica della Musica, diffondendo un linguaggio sonoro più comprensibile e adattato all'attuale tecnologia degli studi scientifici relativi alla Scienza della Musica. Pertanto, l'obiettivo di questa ricerca è stato quello di sviluppare un linguaggio algebrico per strutturare matematicamente la Musica, utilizzando solo lettere, numeri e simboli per scrivere i suoni delle note musicali in modo alfanumerico, rappresentandone le principali caratteristiche sonore, quali: frequenza (f) , ampiezza (a) e durata tempo (t), in un'unica espressione $x=aft$ per identificare un'onda sonora. Il linguaggio sviluppato permette un'ortografia con lettura semplice e permette lo studio dei fenomeni musicali in generale su una piattaforma con rappresentazioni grafiche nel sistema di coordinate cartesiane delle strutture dei raggruppamenti melodici, con le note musicali in melodia e i gruppi armonici con le note in armonia, promuovendo così la struttura matematica della musica.

Parole chiave: Cellula Musicale, Melodia, Armonia, Ritmo.

1. INTRODUZIONE

Questa ricerca è stata resa possibile dallo sviluppo delle operazioni di armonizzazione o H e della sua melodia inversa o M, stabilite nell'articolo "l'operazione di armonizzazione (H) e la sua operazione di melodia inversa (M)" (VIANA, 2022).

Nel suddetto articolo si definisce che l'Operazione H (\), tra onde sonore di note musicali, forma un raggruppamento armonico, la cui armonia (h) è l'effetto sonoro del risultato di una combinazione tra loro $(h=x\backslash y\backslash z=XYZ)$. In questo caso, queste onde sono interconnesse simultaneamente nello spazio-tempo, cioè i loro tempi iniziali sono uguali e anche i loro tempi finali sono uguali. Queste onde di note musicali uguali formano un raggruppamento armonico di un singolo suono o un'armonia all'unisono $(h=x\backslash x\backslash x=X)$(VIANA, 2022).

La sua Operazione inversa M (\), è definita tra onde sonore di note musicali che formano un raggruppamento melodico, la cui melodia è l'effetto sonoro del risultato della disposizione tra di loro $(m=x/y/z=xyz)$. In questo caso, queste onde sono continuamente interconnesse nello spazio-tempo, cioè il tempo finale di un'onda è uguale al tempo iniziale dell'onda successiva e così via, dove onde di uguali note musicali formano un raggruppamento melodico di suoni ripetuti $(m=x/x/x=xxx)$. In questo modo i gruppi musicali formati e organizzati nello spazio-tempo costituiranno una composizione musicale, composta da melodia, armonia e ritmo. (VIANA, 2022).

Pertanto, l'obiettivo di questa ricerca è stato quello di sviluppare un linguaggio algebrico per strutturare matematicamente la Musica, utilizzando solo lettere, numeri e simboli per scrivere i suoni delle note musicali in modo alfanumerico, rappresentandone le principali caratteristiche sonore, quali: frequenza (f) , ampiezza (a) e durata tempo (t), in un'unica espressione $x=aft$ per identificare un'onda sonora.

2. RAPPRESENTAZIONE DI UNA NOTA MUSICALE

Per rappresentare algebricamente il suono di una nota musicale in questa ricerca sono necessarie tre caratteristiche fondamentali: la frequenza del suono (f); l'ampiezza (a); e il tempo di durata (t), formando l'espressione " $x=aft$ ", denominada, neste estudo, de Célula Musical.

Questa nomenclatura è stata data perché rappresenta qualsiasi onda sonora o non sonora, o anche qualsiasi attributo che compone la struttura di una canzone, con la nota musicale che è la cellula sonora più importante per la Musica e la pausa musicale, la più importante non- cellula sonora alla Musica.La musica, considerata una nota musicale muta o senza suono, dove la frequenza di ampiezza zero $(\&=0ft)$ è rappresentato da uno zero negato $(0f=\emptyset)$come il tuo codice $(\&=\emptyset t)$in questo linguaggio musicale algebrico.

2.1 RAPPRESENTAZIONE DELLA FREQUENZA MUSICALE

La frequenza (f), in generale, è la caratteristica più importante di qualsiasi vibrazione ed è causata da un terremoto in qualsiasi mezzo, che produrrà una serie di frequenze. Quando nell'operazione H naturale tra di loro, si forma un'armonia, che determina la frequenza risultante di questa scossa $(f=f_0\backslash f_1\backslash f_2\backslash...\backslash f_n=F_0F_1F_2...F_n)$. Inoltre, quello con il suono più basso o l'oscillazione più bassa tra di loro $(F_0<F_1<F_2<...<F_n)$, è la più importante di tutte, chiamata Frequenza Fondamentale (F_0), essendo la caratteristica responsabile del suono che ascoltiamo e che ci permette di distinguere un suono di basso o di bassa frequenza da un suono acuto o ad alta frequenza.

Rappresentato in Musica, attualmente, basato sul lavoro di Guest (2020, P. 33-41), dalle prime sette lettere dell'alfabeto latino A, B, C, D, E, F e G, chiamati cifrari, che rappresentano rispettivamente le note musicali Lá, Si, Dó, Ré, Mi, Fá e Sol, dove in maiuscolo indicheranno le armonie degli accompagnamenti strumentali o degli

Accordi Musicali che, in questo studio, rappresenteranno anche le note musicali raggruppate in armonia, risultato dell'Operazione "H" tra loro $(h=x\backslash y\backslash z=XYZ)$. Le lettere minuscole rappresenteranno le note musicali raggruppate in melodia, risultato dell'Operazione "M" tra loro $(m=x/y/z=xyz)$.

L'ottava nota musicale dell'alfabeto sopra menzionato è la ripetizione della prima nota $(A, B, C, D, E, F, G, A^2)$, due volte più spesso, identificato da un indice numerico due sul lato superiore della sua cifra (A^2)e, se questo indice fosse posizionato al di sotto (A^2), questa nota sarebbe chiamata ottava bassa, con la sua frequenza a metà della prima nota, il che significa che le sue frequenze sono in diminuzione $(A, G, F, E, D, C, B, A_2)$.

Pertanto, una scala di note musicali in ottava può essere rappresentata tra parentesi con il suo indice indicativo sopra $(abcdefg(abcdefg)^2...)^n$ o ottava bassa con il suo indice indicativo di seguito $(agfedcb(agfedcb)_2...)_n$.

Tra le otto note musicali principali $(abcdefga^2)$, tuttavia, ci sono altre cinque note intermedie, attualmente rappresentate con il simbolo del diesis $(\#)$ accanto al suo codice su scala crescente in Lá $(aa^\#bcc^\#dd^\#eff^\#gg^\#a^2)$, separati da spazi di frequenza chiamati semitoni (δ).

Tuttavia, in questo studio, la parola "Sharp" è sostituita dalla lettera "u" e il tuo simbolo $(\#)$ da una barra sopra la cifra $(x^\#=\bar{x})$, per fornire un nome monosillabico o una sillaba, che può essere cantato da chiunque nello studio del solfeggio di queste note musicali. In questo modo, la nota musicale Lá affilato $(a^\#)$ è anche la nota Lau $(\bar{a})$, Dó sharp $(c^\#)$ la nota Dou $(\bar{c})$, Ré sharp $(d^\#)$ la nota Reu $(\bar{d})$, Fá sharp $(f^\#)$ la nota Fau $(\bar{f})$ e Sol sharp $(g^\#)$ la nota Sou $(\bar{g})$.

RC: 127454
Disponibile in: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/olimpiadi-di-matematica/matematica-della-musica

Eppure, ci sono anche dodici note musicali in mezzo, tra le tredici note della scala semitonale crescente Lá $(a\bar{a}bc\bar{c}d\bar{d}ef\bar{f}g\bar{g}a^2)$, separati da spazi di frequenza chiamati microtom (μ), usato, normalmente, dai musicisti del Continente Orientale, che, in questo studio, presentano i loro nomi con le loro figure, originato dalla prima lettera della nota prima della loro posizione nella scala ascendente in Lá $(ax_1\bar{a}x_2bx_3cx_4\bar{c}x_5dx_6\bar{d}x_7ex_8fx_9\bar{f}x_{10}gx_{11}\bar{g}x_{12}a^2)$, unito ad una vocale (a, e, i, o, u), esclusi quelli che ripetono i nomi delle note esistenti.

Ad esempio, la prima nota microtonale "x_1" tra le note Lá e Lau $(ax_1\bar{a})$, avere il tuo nome "Lé", formato con la lettera L della nota Lá (a), più la vocale "e" della sequenza "a, (e), i, o, u", esclusa la vocale "a" della nota Lá e il tuo numero è lo stesso della nota Lá (a), ma in maiuscolo (A) quando è in melodia, così come il nome della successiva nota microtonale "x_2" tra le note Lau e Si $(\bar{a}x_2b)$, avere il tuo nome "Li", formato con la lettera L della nota Lau $(\bar{a})$, più la vocale "i" della sequenza "a, e, (i), o, u", escluse le vocali "a" e "e" delle note Lá e Lé, il suo numero è lo stesso della nota Lau $(\bar{a})$, ma in maiuscolo $(\bar{A})$ e, il nome della dodicesima nota musicale (x_{12})tra la nota Sou e Lá ottava $(\bar{g}x_{12}a^2)$, è "Só" $(\bar{G})$, essendo formato dalla lettera "S" in Sou e "o" dalla sequenza vocale "a, e, i, (o), u", escluse le vocali "a" esistente in Sá, "e" esistente in Sé, "i" esistente in Si, lasciando la vocale "o". Il tuo numero è lo stesso della nota Sou $(\bar{g})$, ma in maiuscolo $(\bar{G})$. Così venivano chiamati i microtoni delle note musicali, al di sotto della scala dei semitoni e della scala dei microtoni Lá.

Scala musicale semitonale dentro Lá

Lá Lau Si Dó Dou Ré Reu Mi Fá Fau Sol Sou Lá2

A $\bar{A}$ B C $\bar{C}$ D $\bar{D}$ E F $\bar{F}$ G $\bar{G}$ A^2

a $\bar{a}$ b c $\bar{c}$ d $\bar{d}$ e f $\bar{f}$ g $\bar{g}$ a^2

Scala musicale a microtoni dentro Lá

Lá Lé Lau Li Si Sá Dó Dá Dou Dé Ré Rá Reu Ri Mi Má

a A $\bar{a}$ $\bar{A}$ b B c C $\bar{c}$ $\bar{C}$ d D $\bar{d}$ $\bar{D}$ e E

Fá Fé Fau Fi Sol Sé Sou Só Lá²

f F $\bar{f}$ $\bar{F}$ g G $\bar{g}$ $\bar{G}$ a^2

2.2 TONO (τ), SEMITONO (δ) E MICROTOM (μ)

Qualunque sia la scala musicale, le sue note musicali sono separate nella melodia da spazi di intervalli di frequenza $(x/i_f/y)$, che può presentare tre misure a frequenze diverse, dette Tono (τ), Semitono (δ)e microtono (μ), essendo il semitono determinato attraverso la sua scala di tredici note musicali $(a_1 a_2 a_3 a_4 a_5 a_6 a_7 a_8 a_9 a_{10} a_{11} a_{12} a_{13})$, che è una serie di PG o Progressione Geometrica, (SILVA, s.d.).

In questo caso, un PG musicale (PGM), dove la tredicesima nota è il doppio della prima $(a_{13}=2a_1)$. Pertanto, si può applicare la formula dell'ennesimo termine di a PG $(a_n=a_{n-1}.q)$ e calcola la tua ragione $(q=\sqrt[n-1]{a_n : a_1})$, dove $a_n=a_{13}$e $n=13$, risultante nell'intervallo di un semitono $(\delta=\sqrt[13-1]{a_{13} : a_1}=\sqrt[12]{2a_1 : a_1}=\sqrt[12]{2}=1{,}059...)$, il tono è calcolato dalla potenza al quadrato di un semitono $(\tau=\delta^2=(1{,}059...)^2=1{,}122...)$ e il microtono calcolato dalla radice quadrata di un semitono $(\mu=\sqrt{\delta}=\sqrt{1{,}059\,...}=1{,}029...)$.

Questi valori possono anche essere determinati dalla formula generale degli intervalli di frequenza $(q=\sqrt[12]{2^n})$dove "n" uguale a uno $(n=1)$ risulta nell'intervallo di un semitono $\delta=\sqrt[12]{2^1}=1{,}059...$ "n" uguale a due $(n=2)$ risulta nella gamma di un tono $(\tau=\sqrt[12]{2^2}=1{,}122...)$"n" pari alla metà $(n=\frac{1}{2})$ risulta nella gamma di un microtono $(\mu=\sqrt[12]{2^{1:2}}=1{,}029...)$ In questo modo, la frequenza di una nota musicale può essere calcolata attraverso la formula del Termine Generale di a PG $(a_n=a_1.q^{n-1})$ dove il primo termine (a_1) è la frequenza fondamentale standard della nota musicale Lá $(a_1=f_a=27{,}5Hz)$ e il secondo mandato $(n=2)$ è la frequenza della nota musicale successiva $(a_n=a_1.q^{2-1}=a_1.q)$. Pertanto, la frequenza fondamentale della nota Si è il prodotto tra la nota Lá di Tom $(f_b=f_a.\,\tau=27{,}5.1{,}122=30{,}85Hz)$, così come il prodotto tra la frequenza della nota Si per semitono, risulta la frequenza della nota Dó $(f_c=f_b.\,\delta=30{,}85.1{,}059=32{,}67Hz)$ e il prodotto della frequenza della nota Dó dal microtono, risulta nella frequenza della nota Dá $(f_C=f_c.\,\mu=32{,}67.1{,}029=33{,}62Hz)$e così via per qualsiasi nota musicale.

Tuttavia, vale la pena ricordare che queste frequenze sono valori approssimativi, come il Tono $(\tau=1{,}122...Hz)$[1] il semitono $(\delta=1{,}059...)$ e il microtono $(\mu=1{,}029...)$ sono numeri irrazionali o infiniti, come il numero pi $(\pi=3{,}141...)$ Inoltre, per una migliore comprensione operativa degli intervalli di frequenza su scala lineare, un semitono è considerato uguale a un mezzo tono $(\delta=0{,}5\tau)$ un microtono è uguale a un quarto di tono $(\mu=0{,}25\tau)$ e un semitono pari a mezzo microtono $(\delta=0{,}5\tau)$.

2.3 RAPPRESENTAZIONE DEL TIMBRO MUSICALE

Quando la frequenza fondamentale (F_0)è preso dall'insieme delle frequenze armoniche, che compongono qualsiasi frequenza $(f=f_0\backslash f_1\backslash f_2\backslash...\backslash f_n=F_0F_1F_2...F_n)$ le

RC: 127454
Disponibile in: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/olimpiadi-di-matematica/matematica-della-musica

restanti frequenze formeranno il Timbre $(f_h = F_1 F_2 \ldots F_n)$ dal latino *Timpanum*, che è una caratteristica secondaria della frequenza risultante $(f = f_0 \backslash f_h)$, ma questo ci permette di distinguere suoni distinti con la stessa frequenza fondamentale.

Questa caratteristica è considerata facoltativa nel Linguaggio Algebrico Musicale, lasciando all'esecutore la scelta dello strumento da utilizzare nell'emissione delle note musicali. Tuttavia, il Timbre può essere rappresentato da un numero intero naturale accentato con una tilde $(\tilde{n})$ aggiunto al codice della nota musicale $(x = \tilde{n}ft = ft\tilde{n})$ o all'inizio dell'ortografia $(\&\tilde{n}:)$ per ogni melodia o preceduta da una parentesi solo per alcune note musicali $\tilde{n}(xy \ldots z)$, dove $\tilde{n}$ la parte melodica che indica lo strumento da utilizzare è sottotitolata ($\tilde{n}$ = strumento).

2.4 RAPPRESENTAZIONE DELLA GAMMA MUSICALE

L'ampiezza (a) di una nota musicale $(x = aft)$ è misurata dalla sua intensità sonora in decibel (dB), che può variare da zero ad un limite udibile sopportabile dall'essere umano (HELERBROCK, n.d.), essendo la caratteristica che permette di distinguere un suono debole da un suono forte.

Normalmente, viene utilizzata la gamma di intensità del suono compresa tra quaranta e sessanta decibel $(40dB \leq a \leq 60dB)$ come gamma di intensità normale per qualsiasi nota musicale che può essere ascoltata dagli esseri umani e, al di sotto di questa gamma, $(a < 40dB)$, la cifra della nota è identificata con un accento grave $(\grave{x})$ e, al di sopra di questo intervallo $(a > 60dB)$ con accento acuto $(\acute{x})$. Inoltre, se è necessaria un'intensità specifica per qualsiasi valore, basta un accento circonflesso su quel valore attaccato al codice della nota $(\hat{n}ft = ft\hat{n})$, indicando questa intensità moltiplicata per dieci $(\hat{n} = 10ndB)$, può anche precedere una parentesi per più note musicali $\hat{n}(xy \ldots z)$. Una freccia attaccata a una nota musicale indicherà che la sua intensità sonora sta aumentando $(ft\uparrow)$ discendente $(ft\downarrow)$o crescente-decrescente e viceversa $(ft\updownarrow)$.

2.5 RAPPRESENTAZIONE DELLA DURATA MUSICALE DEL TEMPO

Il tempo di durata (t)di una cellula musicale $(\&=aft)$**,** nota o pausa, è la caratteristica che permette di distinguere un suono di breve durata da un suono di lunga durata, essendo rappresentato da un numero intero naturale positivo $(1, 2, 3, ..., n)$**,** che in un arrangiamento melodico davanti alla cifra di una cellula musicale (nx)**,** rappresenta una durata uguale o maggiore di un secondo $(t \geq 1s)$**.** In questo contesto, i più utilizzati sono quelli di un secondo $(1x=x)$**,** due secondi $(2x)$**,** tre secondi $(3x)$**,** quattro secondi $(4x)$e pochi altri in questa durata (nx)**.**

A causa delle misure più utilizzate in un ritmo musicale, in questo studio il periodo standard è limitato a quattro secondi $(T=4s)$ e, quando quello stesso intero arriva in un arrangiamento melodico dopo la cifra di una cellula musicale (xn) rappresenterà una durata uguale o inferiore a un secondo $(t \leq 1s)$costituendo un numero frazionario per la musica.

Sottendo "n" come numero denominatore di una frazione, il cui numeratore è l'unità $(t=\frac{1}{n})$, le durate più utilizzate sono mezzo secondo $(x2)$, un terzo di secondo $(x3)$, un quarto di secondo $(x4)$, un sesto di secondo $(x6)$, un ottavo di secondo $(x8)$ e non più di un nono di secondo $(x9)$, perché il suono cessa di essere uditivo per l'essere umano quando è uguale o inferiore a un decimo di secondo $(t \leq 0,1s)$. Pertanto, sia il tempo di durata in secondi che in frazioni di secondo possono

RC: 127454
Disponibile in: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/olimpiadi-di-matematica/matematica-della-musica

essere rappresentati nella stessa cella musicale. Per esempio, 3d è la nota RE lunga tre secondi, d3 è la nota Ré un terzo di secondo lungo e 1d24 è la nota Ré un secondo, mezzo e un quarto di secondo.

Quando un tempo di durata (n) venire con un accento acuto (ńx) o basso (xǹ), significa che è istantaneo o uguale a un nono di secondo (x9), con il resto della durata effettiva in pausa musicale. In questo caso, l'accento acuto indica un'ampiezza con forte intensità e l'accento basso indica un'ampiezza con debole intensità. Per esempio, c2́ è la nota Dó con forte intensità sonora nella durata istantanea (c9) e fai una pausa per il resto della durata di mezzo secondo.

Quando una durata è seguita da due punti (xt:) significa una breve interruzione della composizione musicale, consentendo ai musicisti di interagire con il pubblico, ricominciando in qualsiasi momento, normalmente nella stessa misura dell'interruzione.

Quando una durata è accompagnata da puntini di sospensione (xn...) significa che dopo la sua fine, si prolunga in pausa musicale per un altro certo tempo, potendo terminare nella stessa battuta o in un'altra battuta diversa. Per esempio, g... è la nota Sol con una durata di un secondo, e può terminare nella stessa misura o in qualsiasi altra misura.

Quando una nota musicale inizia in una misura e finisce in un'altra senza perdere la continuità sonora, la sua cifra nella misura successiva viene identificata con un apostrofo. Ad esempio, la nota Dó con tre secondi (3c), essendo due secondi (2c) in una misura e un secondo (c') nella barra successiva (3c=2c c').

3. OPERAZIONI TRA CELLULE MUSICALI

Le operazioni tra cellule musicali formano raggruppamenti di note e pause musicali, detti monomi musicali e quando una durata tempo (t) venire tra due cellule musicali (xty), apparterrà sempre alla prima cella (xt_xy) e il secondo ha una durata successiva. In questo caso, è un secondo implicito $(t_y=1s)$ e solo una virgola prima di tale durata (x,ty) ti farà appartenere alla seconda cella (x, t_yy) facendo durare il primo per un secondo implicito $(t_x=1s)$. Per esempio, $c2e$ è la nota C con mezzo secondo e la nota E con un secondo lungo e $c,2e$ è la nota Dó con un secondo e la nota Mi due secondi.

3.1 FUNZIONAMENTO "M" TRA CELLE MUSICALI

Quando due o più cellule musicali qualsiasi sono in funzione M, formano un monomio algebrico melodico m, il cui risultato è una melodia tra di loro $(m=x/y/z=xyz)$, dove il tempo di durata finale della prima nota (t_{fx}) è uguale al tempo di durata iniziale della seconda nota $(t_{fx}=t_{iy})$, così come il tempo di durata finale della seconda nota (t_{fy}) è uguale al tempo di durata iniziale della terza nota $(t_{fy}=t_{iz})$. Ad esempio, note musicali Dó, Mi, Sol, Mi, Dó, tutto lungo un secondo $(t=1s)$ nell'Operazione M forma un monomio melodico di melodia domisolmidó $(m=c/e/g/c^2=cegc^2)$ e, ogni cambio di posizione di una di queste note, in questa operazione, formerà un altro risultato con un'altra melodia $(m'=c^2/c/e/g=c^2ceg)$.

RC: 127454
Disponibile in: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/olimpiadi-di-matematica/matematica-della-musica

3.2 FUNZIONAMENTO "H" TRA CELLE MUSICALI

Quando due o più note musicali ritmiche o note di uguale durata $(t_x=t_y=t_z=t)$ rimanere in funzione $H\ (h=x\backslash y\backslash z=XYZ)$**,** formano un monomio algebrico armonico h, il cui risultato è un'armonia tra loro, dove i loro tempi di durata iniziale sono tutti uguali $(t_{ix}=t_{iy}=t_{iz}=t_i)$, così come i loro tempi di durata finale $(t_{fx}=t_{fy}=t_{fz}=t_f)$.

Note musicali uguali, in questa operazione, risultano in un monomio all'unisono o in una singola nota musicale $(h=x\backslash x\backslash x=X)$e, quando queste note sono aritmiche o con durate diverse, formeranno varie armonie a seconda dell'operazione M. Ad esempio, l'operazione H tra $2c\backslash 2e\backslash 2g=2(CEG)$ ed entra $4c\backslash 3e\backslash g=(c\backslash e\backslash g)/(2c\backslash 2e)/c=\ CEG/2(CE)/c$. In questo caso, la nota G più corta $(1s)$ formare la prima armonia domisol (CEG), lasciando la nota Mi con durata più breve $(2s)$ formare l'armonia domi $(2(CE))$ in melodia con armonia domisol, lasciando la nota Dó lungo un secondo (c) in melodia con domi armonia.

3.3 OPERAZIONE "M" TRA MONOMI MUSICALI

Quando sono in funzione due o più monomi musicali M, formeranno un polinomio melodico P_m, dove i loro monomi sono separati da spazi bianchi, implicando gli operatori M tra loro, potendo formarsi: solo da monomi melodici in un'unica melodia $(p_{mm}=m_1/m_2/.../m_n=m_1\ m_2...m_n)$, solo da monomi armonici in una melodia di armonie $(p_{mh}=h_1/h_2/.../h_n=h_1\ \ h_2...h_n)$ e composto da monomi melodici e armonici $(p_{mc}=m_1/h_1/.../m_n/h_n=m_1\ h_1...\ m_n\ h_n)$.

Questi monomi devono essere ritmici o avere periodi uguali $(T_1=T_2=...=T_n=T)$, essendo determinato dalla somma dei tempi di durata delle loro cellule musicali $(T=t_1+t_2+...+t_n)$, proprietà denominata in questo studio il Principio del Ritmo, che permette a qualsiasi sistema di rimanere in equilibrio durante la sua esistenza e, anche se si verifica un'eventuale aritmia nella sua struttura o se uno di questi periodi è diverso dagli altri, il periodo successivo rimarrà lo stesso come il precedente periodo di equilibrio (T)per correggere lo squilibrio occasionale. Tuttavia, una sequenza di aritmie nella struttura ritmica può causare il collasso del ritmo di questo polinomio.

Quando i monomi di questo polinomio sono aritmici, devono essere modulati in un ritmo in una struttura ritmica binaria $(r=2)$, ternario $(r=3)$, quaternario $(r=4)$o qualsiasi altro $(Pr=|Pa|^r)$, regolare i periodi aritmici in ritmica e solo il primo e l'ultimo monomio di un ritmo possono essere incompleti di note musicali, rispettivamente, sottendendo la pausa musicale prima e dopo che queste note completano i periodi di questi monomi, come mostrato negli esempi seguenti.

a) Operazione Mcon i monomi ritmici $m_1=ecec,\ m_2=3\bar{d}\emptyset,\ m_3=3a$

$$P_m4=m_1/m_2/m_1/m_3=ecec/3\bar{d}\emptyset/ecec/3a=ecec\ \ 3\bar{d}\emptyset\ \ ecec\ \ 3a$$

$P_m4=ecec\ \ 3\bar{d}\emptyset\ \ ecec\ \ 3a \rightarrow$ polinomio melodico quaternario

b) Operazione Mcon i monomi aritmici

$$m_1=ecec,\ m_2=3g,\ m_3=eg,\ m_4=ec,\ m_5=3\bar{d}$$

$$P_ma=m_1/m_2/m_3/m_4/m_5=ecec/3g/eg/ec/3\bar{d}=ecec\ \ 3g\ \ eg\ \ ec\ \ 3\bar{d}$$

$P_ma=ecec\ \ 3g\ \ eg\ \ ec\ \ 3\bar{d} \rightarrow$ polinomio melodico aritmico

Modulo ritmico ternario $(r=3)$ em $P_m a$

$$P_m 3=|P_m a|^3=|ecec\ \ 3g\ \ eg\ \ ec\ \ 3\bar{d}\ |^3=e/cec/3g/ege/c,2\bar{d}/\bar{d}'=$$

$P_m 3=e\ \ cec\ \ 3g\ \ ege\ \ c,2d\ \ d' \rightarrow$ polinomio melodico ternario

3.4 OPERAZIONE "H" TRA MONOMI MUSICALI

Quando sono in funzione due o più monomi musicali H, formano un polinomio armonico P_h. Pertanto, i monomi rimangono nella stessa forma operativa, separati dai loro operatori $H\ (p_h=m_1\backslash m_2\backslash...\backslash m_n=m_1\backslash m_2\backslash...\backslash m_n)$ oppure possono essere sotto forma di un array di colonne $\left(p_h=m_1\backslash m_2\backslash m_n=\begin{matrix}m_n\\ m_2\\ m_1\end{matrix}\right)$, può essere formato solo da monomi melodici in armonia $(p_{hm}=m_1\backslash m_2\backslash...\backslash m_n=m_1\backslash m_2\backslash...\backslash m_n)$, solo da monomi armonici $(p_{hh}=h_1\backslash h_2\backslash...\backslash h_n=h_1\backslash h_2\backslash...\backslash h_n)$ e composto da monomi melodici e armonici $(p_{hc}=m_1\backslash h_1\backslash...\backslash m_n\backslash h_n=m_1\backslash h_1\backslash...\backslash m_n\backslash h_n)$. Di seguito è riportato un esempio dell'operazione H tra tre monomi musicali ritmici.

Di seguito è riportato un esempio dell'operazione H tra tre monomi musicali ritmici.

monomi melodici $m_1=ecec,\ m_2=2c2e,\ h=4(CEG)$

$$P_h 4=m_1\backslash h\backslash m_2=?$$

Forma operativa: $P_h 4=ecec\backslash 4(CEG)\backslash 2c2e=ecec\backslash 4(CEG)\backslash 2c2e$

RC: 127454
Disponibile in: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/olimpiadi-di-matematica/matematica-della-musica

Forma a matrice: $P_h 4=ecec\backslash 4(CEG)\backslash 2c2e=\begin{matrix} 2c2e \\ 4(CEG) \\ ecec \end{matrix}$

Il monomio armonico $h_1=4(CEG)$ può essere sostituito dalla sua forma di accordo di Dó grande $(C_M=4(CEG))$ (ALMADA, 2012). In questo modo, la sua durata è implicita ed è uguale alla durata dei monomi melodici di questa operazione $(P_h 4=ecec\backslash 4(CEG)\backslash 2c2e=ecec\backslash C_M\backslash 2c2e)$ oppure può attenersi alla sua durata specifica se è diversa dalla durata del monomio melodico, che determina il periodo della battuta. Per esempio, se $h=3(CEG)$, $P_h 4=ecec\backslash 3(CEG)\backslash 2c2e=ecec\backslash 3C_M\backslash 2c2e$.

3.5 OPERAZIONE "M" TRA POLINOMI MUSICALI

Quando due o più polinomi musicali ritmici sono in funzione M, possono formare vari tipi di nuovi polinomi musicali monoritmici. Quando tutti i polinomi presentano lo stesso ritmo, altrimenti formano polinomi poliritmici, essendo i più usati in Musica, quelli formati solo da polinomi armonici che sono composti ritmici $(P=P_{c1}/.../P_{cn}=(m_1\backslash h_1)/.../(m_n\backslash h_n)=\ m_1\backslash h_1...m_n\backslash h_n)$, come esempio di seguito.

Data la forma dei polinomi composti: $h=3(CEG)$, $P_h 4=ecec\backslash 3(CEG)\backslash 2c2e=ecec\backslash 3C_M\backslash 2c2e$

$$P_{c1}=ecec\backslash C_M;\ P_{c2}=3\bar{d}\emptyset\backslash C_m;\ P_{c3}=3a\backslash A_m$$

$$P=P_{c1}/P_{c2}/P_{c1}/P_{c3}=(ecec\backslash C_M)/(3\bar{d}\emptyset\backslash C_m)/(ecec\backslash C_M)/(3a\backslash A_m)=$$

Forma operativa: $P=ecec\backslash C_M\ \ 3\bar{d}\emptyset\backslash C_m\ \ ecec\backslash C_M\ \ 3a\backslash A_m$

RC: 127454
Disponibile in: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/olimpiadi-di-matematica/matematica-della-musica

Forma a matrice: $\begin{array}{l} \quad\;\; C_M \quad C_m \quad C_M \quad A_m \\ P=ecec\;\; 3\bar{d}\emptyset\;\; ecec\;\; 3a \end{array}$

Dove: $C_M=4(CEG);\ C_m=4(C\bar{D}G);\ A_m=4(ACE)$

3.6 OPERAZIONE “H” TRA POLINOMI MUSICALI

Quando sono in funzione due o più polinomi musicali ritmici H, possono formare diversi tipi di nuovi polinomi musicali, i più usati in Musica sono quelli formati tra polinomi melodici solo con monomi melodici ritmici, con polinomi melodici solo con monomi armonici ritmici $(P=P_{mm}\backslash P_{mh}=m_1\backslash h_1...m_n\backslash h_n)$, in questo caso, i monomi dei polinomi operativi Hdevono essere ritmici tra loro, come mostrato nell'esempio seguente.

Data la forma dei polinomi melodici $P=P_{mm}\backslash P_{mh}=?$

$P_{mm}=ecec\;\; 3\bar{d}\emptyset\;\; ecec\;\; 3a;\ P_{mh}=C_M\;\; C_m\;\; C_M\;\; A_m$

$P=P_{mm}\backslash P_{mh}=(ecec/3\bar{d}\emptyset/ecec/3a)\backslash(C_M/C_m/C_M/A_m)=$

$P=(ecec\backslash C_M)/(3\bar{d}\emptyset\backslash C_m)/(ecec\backslash C_M)/(3a\backslash A_m)=$

Forma operativa: $C4{:}\ ecec\backslash C_M\;\; 3\bar{d}\emptyset\backslash C_m\;\; ecec\backslash C_M\;\; 3a\backslash A_m$

Forma a matrice: $\begin{array}{l} \qquad\;\; C_M \quad C_m \quad C_M \quad A_m \\ C4=ecec\;\; 3\bar{d}\emptyset\;\; ecec\;\; 3a \end{array}$

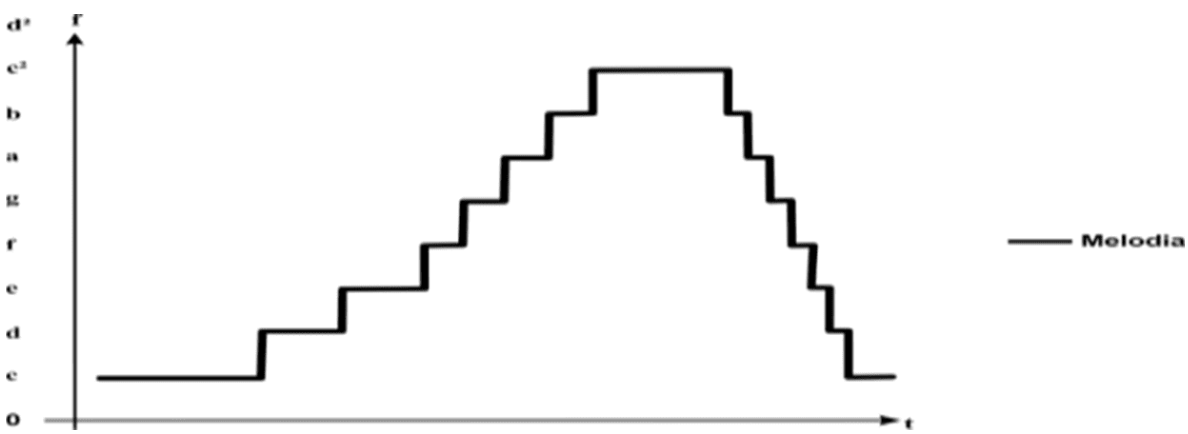
4. GRAFICA DI UN POLINOMO MUSICALE

I monomi musicali possono essere tracciati su un grafico sugli assi delle coordinate cartesiane. Per fare ciò, le frequenze o le figure delle tue note musicali devono essere assegnate sull'asse delle ordinate o sulla sua linea verticale, e sull'asse delle ascisse o sulla sua linea orizzontale, il tempo di durata di queste note. Quindi, collegando questi punti con segmenti di linea per un monomio melodico, si forma il grafico della linea melodica.

Tuttavia, per un monomio armonico, in cui le loro durate sono simultanee, traccia semplicemente la durata della sua nota musicale tonica o la nota principale dell'accordo di accompagnamento musicale sul grafico della linea monomio melodica, appena sopra la figura per un'armonia della maggiore e un poco più in basso per un'armonia del modo minore, formando il grafico della Linea Armonica, secondo gli esempi elencati di seguito.

a) &2=2c de f2g2a2b2 $2c^2$ b3a3g3f3e3d3 c2

Grafico 1. Scala musicale in do in ritmo binario.

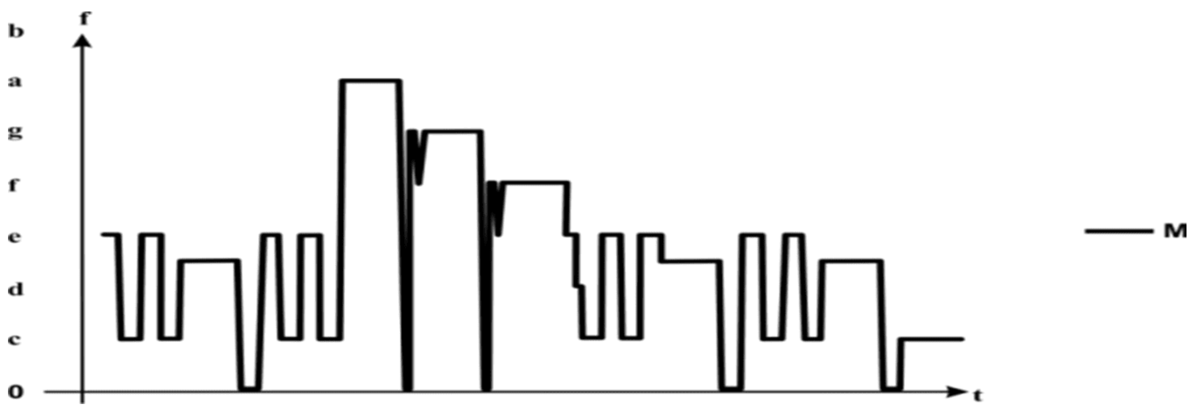


Fonte: autore.

M4=ecec 3$\bar{d}$Ø ecec 3aØ2g4f4 3gØ2f4e4 3ff3e3d3 cece 3$\bar{d}$Ø
ecec 3$\bar{d}$Ø 3c

b)

Grafico 2. Melodia semplice in ritmo quaternario.

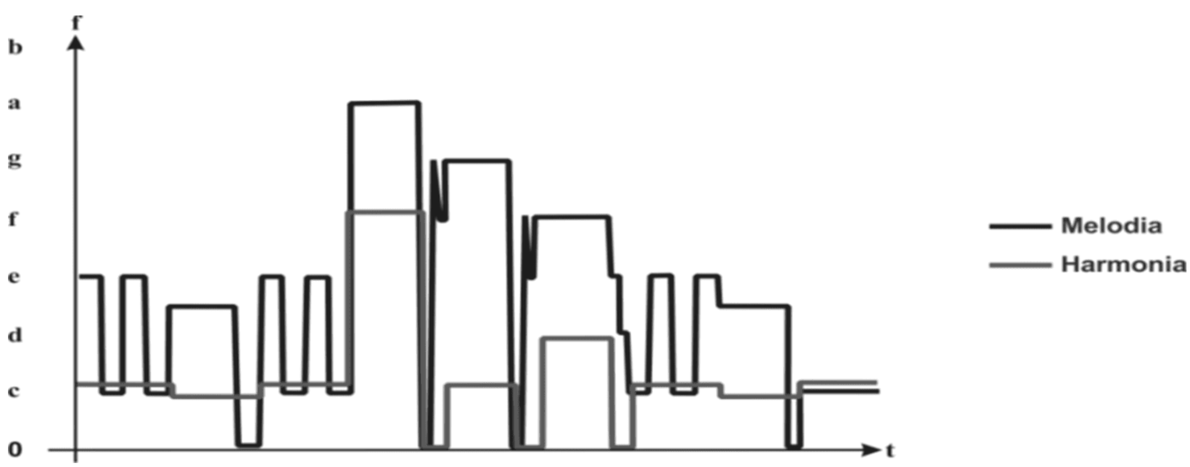


Fonte: autore.

$$C4:\ ecec\backslash C_M\ \ 3d\emptyset\backslash C_m\ \ ecec\backslash C_M\ \ 3a\emptyset 2g4f4\backslash F_M\ \ 3g\emptyset 2f4e4\backslash C_M$$

c) $$3ff3e3d3\backslash D_m\ \ cece\backslash C_M\ \ 3\bar{d}\emptyset\backslash C_m\ \ 4c\backslash C_M$$

Grafico 3. Melodia con armonia.



Durata delle note musicali.

Didascalia: e=melodia; c=armonia

Fonte: autore.

5. ARMONIA DI ACCOMPAGNAMENTO MUSICALE

Data qualsiasi melodia $(\&=m_1\ m_2 ...\ m_n)$, è possibile determinare l'armonia dell'accompagnamento musicale applicando il modulo armonico $(H_n=|m_n|^h)$ sviluppato in questo studio. In ogni misura di questa melodia, che trasforma le note musicali melodiche in armoniche, attraverso l'operazione H tra loro $(|m_n|^h=|xyz|^h=x\backslash y\backslash z= XYZ)$, la cui armonia risultante viene adattata a un'armonia di accordi di accompagnamento maggiore o minore esistente (ALMADA, 2012), come mostrato nella melodia seguente.

$M4=ecec\ \ 3\bar{d}\emptyset\ \ ecec\ \ 3a\emptyset2g4f4\ \ 3g\emptyset2f4e4\ \ 3ff3e3d3\ \ cece\ \ 3\bar{d}$

Armonia di: $M4: H4=|M4|^h=H_1/H_2/H_3/H_4/H_5/H_6/H_7/H_8$

$H_1=H_3=H_7=|m_1|^h=|ecec|^h=e\backslash c\backslash e\backslash c=EC=CE$

Regolazione di $H_1=CE$ all'accordo di Dó maggiore: $C_M=CEG$

$H_2=H_8=|m_2|^h=|3\bar{d}\emptyset|^h=3\bar{d}\backslash\emptyset=3\bar{D}$

Regolazione di $3\bar{D}$ all'accordo di Dó minore in funzione di C_M: $C_m=C\bar{D}G$

$H_4=|m_4|^h=|3a\emptyset2g4f4|^h=3a\backslash\emptyset2\backslash g4\backslash f4=3AF4G4$

Regolazione di $3A$ all'accordo di Fá maggiore: $F_M=FAC$

$H_5=|m_5|^h=|3g\emptyset2f4e4|^h=3g\backslash\emptyset2\backslash f4\backslash e4=3GE4F4$

Regolazione di $3G$ all'accordo di Dó maggiore: $C_M=CEG$

$$H_6=|m_6|^h=|3ff3e3d3|^h=3f\backslash f3\backslash e3\backslash d3=3FE3D3$$

Regolazione di $3F$ all'accordo di Ré minore: $D_m=DFA$

Semplice armonia di: $M4\text{: } H4=C_M/C_m/C_M/A_m/C_M/D_m/C_M/C_m$

Operazione H nel mezzo $M4$ e $H4$: $C4=M4\backslash H4$

$$C4=(ecec/3d\emptyset/ecec/3a\emptyset 2g4f4/3g\emptyset 2f4e4/3ff3e3d3/cece/3d)\backslash(C_M/C_m/C_M/A_m/C_M/D_m/C_M/C_m)=$$

$$(ecec\backslash C_M)/(3\bar{d}\emptyset\backslash C_m)/(ecec\backslash C_M)/(3a\emptyset 2g4f4\backslash A_m)/$$

$$(3g\emptyset 2f4e4\backslash C_M)/(3ff3e3d3\backslash D_m)/(cece\backslash C_M)/(3\bar{d}\backslash C_m)=$$

$$C4=ecec\backslash C_M\ \ 3\bar{d}\emptyset\backslash C_m\ \ ecec\backslash C_M\ \ 3a\emptyset 2g4f4\backslash A_m\ \ 3g\emptyset 2f4e4\backslash C_M$$

$$3ff3e3d3\backslash D_m\ \ cece\backslash C_M\ \ 3\bar{d}\backslash C_m$$

$$C4=\overset{C_M}{ecec}\ \ \overset{C_m}{3\bar{d}\emptyset}\ \ \overset{C_M}{ecec}\ \ \overset{F_M}{3a\emptyset 2g4f4}\ \ \overset{C_M}{3g\emptyset 2f4e4}\ \ \overset{D_m}{3ff3e3d3}\ \ \overset{C_M}{cece}\ \ \overset{C_m}{3\bar{d}}$$

L'armonia di accompagnamento $H4$ è una semplice armonia. Nell'esempio sopra, le armonie trovate nei moduli armonici sono state adattate agli accordi maggiori e minori esistenti più adatti, tenendo conto dell'influenza della nota tonica dell'accordo di Dó maggiore della melodia $M4$. Come dimostrato, in alcune battute le note musicali di breve durata venivano lasciate prive di accordi musicali, senza pregiudicare l'armonia $H4$ della melodia $M4$.

5.1 MELODIA DI ACCOMPAGNAMENTO MUSICALE

Queste armonie di accompagnamento musicale possono essere trasformate in una melodia di accompagnamento. Per fare ciò, applica semplicemente il Modulo

MULTIDISCIPLINARY SCIENTIFIC JOURNAL NÚCLEO DO CONHECIMENTO
REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR NÚCLEO DO CONHECIMENTO ISSN: 2448-0959
https://www.nucleodoconhecimento.com.br

Melodico a queste armonie $(m_n=|H_n|^m)$, che trasforma un'armonia in più melodie attraverso l'Operazione Mtra le tue note armoniche $(m_n=|XYZ|^m=X/Y/Z=xyz;\ xzy;\ldots;\ zyx)$, quello per una triade o tre note musicali in armonia $(T_x=XYZ)$, risulterà in sei melodie distinte $(m_1;\ m_2;\ m_3;\ m_4;\ m_5;\ m_6)$.

A causa della permutazione tra queste tre note musicali per formare gli arrangiamenti delle note nelle melodie $(P_n=n!\rightarrow\ P_3=3!=3x2=6)$ e per una tetrade o quattro note musicali $(T_x=XYZW)$, risulterà in ventiquattro melodie distinte, poiché la permutazione di quattro è uguale a 24 arrangiamenti melodici $(P_n=n!\rightarrow\ P_4=4!=4x3x2=24)$. Da lì, basta scegliere una di queste melodie per l'accompagnamento musicale del monomio melodico di questa armonia, sottotitolando separatamente. In questo caso, il tempo di durata di ciascuna nota è determinato dall'inverso del numero di note musicali al secondo $(t=\frac{1}{n}s)$, che per una triade o tre note musicali $(n=3)$, è lunga un terzo di secondo $(n=3)$, come esempio di seguito.

C_M $\underline{C}_m$ C_M F_M C_M D_m C_M $\underline{C}_m$

&4=ecec 3dØ ecec 3aØ2g4f4 3gØ2f4e4 3ff3e3d3 cece 3d

Accordo di Dó maggiore: $C_M=CEG$

$C_M=CEG\rightarrow P3=3!=6$ melodie $\rightarrow se\ n=3\rightarrow t=\frac{1}{n}=\frac{1}{3}s$

RC: 127454
Disponibile in: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/olimpiadi-di-matematica/matematica-della-musica

$C'_M=|C_M|^m=|CEG|^m=\{C/E/G; C/G/E; E/C/G; E/G/C; G/C/E; G/E/C\}=$

$C'_M=\{c3e3g3; c3g3e3; e3c3g3; e3g3c3; g3c3e3; g3e3c3\}$

$C'_m=|C_m|^m=|C\bar{D}G|^m=\{C/\bar{D}/G; C/G/\bar{D}; \bar{D}/C/G; \bar{D}/G/C; G/C/\bar{D}; G/\bar{D}/C\}=$

$C'_m=\{c3\bar{d}3g3; c3g3\bar{d}3; \bar{d}3c3g3; \bar{d}3g3c3; g3c3\bar{d}3; g3\bar{d}3c3\}$

$F_M=|F_M|^m=|FAC|^m=\{F/A/C; F/C/A; A/F/C; A/C/F; C/F/A; C/A/F\}=$

$F_M=\{f3a3c3; f3c3a3; a3f3c3; a3c3f3; c3f3a3; c3a3f3\}$

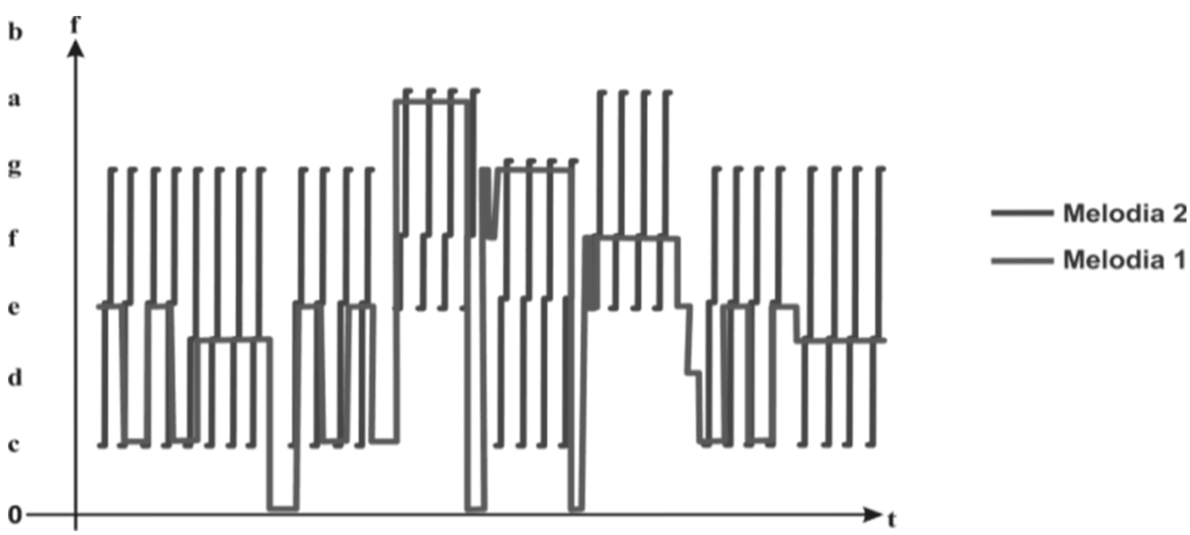
$D'_m=|D_m|^m=|DFA|^m=\{D/F/A; D/A/F; F/D/A; F/A/D; A/D/F; A/F/D\}=$

$D'_m=\{d3f3a3; d3a3f3; f3d3a3; f3a3d3; a3d3f3; a3f3d3\}$

	C'_M	C'_m	C'_M	F'_M	C'_M	D'_m	C'_M	C'_m
&4=	ecec	3d̄Ø	ecec	3aØ2g4f4	3gØ2f4e4	3ff3e3d3	cece	3d̄

Sottotitolo: $C'_M=c3e3g3; C'_m=c3\bar{d}3g3; F'_M=d3f3a3; D'_m=d3f3a3$

Grafico 4. Melodia &4 con una melodia di accompagnamento.



Didascalia: C_M=4(c3e3g3); C_m=4(c3d̄3g3); F_M=4(f3a3c3); D_m=4(d3f3a3) Fonte: autore.

6. MISURE DI MONOMI MUSICALI

I monomi musicali di una melodia o di un'armonia in generale forniranno due tipi di misure musicali importanti per la musica, una chiamata Periodo musicale, che misura la durata di un monomio melodico (T_m), armonico (T_h) e composto da melodico con armonico (T_c), scalato in secondi (s); e un altro chiamato Musical Texture (X), che misura l'aspetto delle note musicali nella struttura di un monomio melodico (X_m), armonico (X_h) o composto (X_c), scalato in note musicali $(\&)$. Il rapporto tra Musical Texture e Periodo Melodico $(D_m=\frac{X_m}{T_m})$ determina la dinamica melodica delle note musicali nella struttura di un monomio melodico.

6.1 PERIODO E TEXTURE DI UN MONOMIO MELODICO

Un monomio melodico $(m=xyz)$ presenta le sue note musicali continuamente distribuite nello spazio-tempo, formando un Periodo Melodico (T_m), determinato dalla somma dei tempi di durata delle sue note musicali $(T_m=t_x+t_y+t_z)$, scalato in secondi (s). La Musical Texture $(X_m=q)$, è determinato dal numero (n) di note musicali $(\&)$ nel suo periodo melodico.

Il rapporto tra struttura melodica e periodo melodico $(D_m=\frac{X_m}{T_m})$ determina la dinamica melodica delle note musicali al secondo $(\&ps)$ nella struttura di questo monomio, come mostrato di seguito.

1) Monomio melodico $m_1=ecec$

RC: 127454
Disponibile in: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/olimpiadi-di-matematica/matematica-della-musica

Periodo melodico: $T_{m1}=t_1+t_2+t_3+t_4=1+1+1+1=4s$

Textura melodica: $X_{m1}=4\& \rightarrow$ quattro note musicali

Dinamica melodica: $D_{m1}=\frac{X_{m1}}{T_{m1}}=\frac{4}{4}=1\&ps \rightarrow$ melodia lenta

2) Monômio melódico $m_2=c8d8e8f8g8f8e8d8c8d8e8f8g8f8e8d8$

Periodo melodico: $T_{m2}=t_1+t_2+...+t_{16}=16(\frac{1}{8})=\frac{16}{8}=2s$

Textura melodica: $X_{m2}=16\& \rightarrow$ sedici note musicali

Dinamica melodica: $D_{m2}=\frac{X_m}{T_m}=\frac{16}{2}=8\&ps \rightarrow$ melodia molto veloce

6.2 PERIODO E TEXTURE DI UN MONOMIO ARMONICO

Un monomio armonico $(h=XYZ)$ presenta le sue note musicali interconnesse allo stesso tempo e di solito sono ritmiche o della stessa durata. Pertanto, il suo periodo armonico (T_h) è uguale al tempo di durata di qualsiasi nota musicale nella sua struttura $(T_h=t_x=t_y=t_z=t)$, scalato in secondi (s).

Può però capitare che un monomio armonico sia aritmico o presenti le sue note musicali con durate differenti. In questo caso, si verificheranno diverse armonie, con periodi armonici diversi e la melodia tra di loro risulta nel periodo armonico totale di questo monomio $(T_h=T_{h1}+T_{h2}+...+T_{hn})$. Inoltre, la Texture Armonica $(X_h=n)$, è determinato dal numero di note musicali $(\&)$ in armonia nel periodo armonico, come mostrato di seguito.

1) Monomio armonico ritmico $h_1=3(CEG)$

Periodo armonico: $T_{h1}=t_1=t_2=t_3=3s$

Textura armonica: $X_{h1}=3\&$

2) Monomio armonico aritmico $h_2=3C2EG$

Periodo armonico: $h_2=3C2EG=CEG/CE/c$: $T_{h2}=1+1=2s$

Textura armonica aritmica: $X_{h2}=3\&/2\&$

6.3 PERIODO E STRUTTURA DI UN POLINOMIO MELODICO

Un polinomio ritmico melodico è quello in cui i suoi monomi hanno periodi uguali. In questo modo, il prodotto del numero (n) di bar per il suo periodo (T_m), determina il tempo di durata di questo polinomio $(T=nT_m)$, scalato in secondi o minuti.

Anche se questo polinomio fosse composto da melodie e armonie, il calcolo della sua durata sarebbe lo stesso, mentre la sua trama melodica totale $(X_m=n\&)$ rimane il numero di note musicali in quel tempo di durata.

Il rapporto tra questa Texture Melodica Totale e il Tempo di Durata Totale forma la Dinamica Melodica $(D_m=\frac{X_m}{T})$ di note musicali in questo polinomio, essendo ridimensionato in note musicali al secondo $(\&ps)$.

Quando il polinomio melodico è composto da un'armonia, la sua totale Textura Armonica (X_h)è determinato dalla media aritmetica delle texture armoniche di tutti i suoi monomi armonici delle sue battute $(X_h=\frac{X_{h1}+X_{h2}+...+X_{hn}}{n})$, come mostrato di seguito.

$$C4: ecec\backslash C_M \quad 3\bar{d}Ø\backslash C_m \quad ecec\backslash C_M \quad 3aØ2g4f4\backslash F_M \quad 3gØ2f4e4\backslash C_M$$
$$3ff3e3d3\backslash D_m \quad cece\backslash C_M \quad 3\bar{d}Ø\backslash C_m \quad 2c\backslash C_M$$

Tempo di durata del polinomio $C4: T=nT_m$

Periodo melodico di $m_1=ecec: T_{m1}=t_1+t_2+t_3+t_4=1+1+1+1=4s$

Numeri di barra: $n=9$

Tempo di durata totale: $T=9x4=36s$

Trama melodica completa: $X_m=X_{m1}+X_{m2}+...+X_9$

$$X_{m1}=X_{m3}=4\&; \; X_{m2}=X_{m8}=1\&; X_{m4}=3\&; X_{m5}=3\&; X_{m6}=4\&$$
$$X_{m7}=4\&; X_{m9}=1\&$$
$$X_m=4+1+4+3+3+4+4+1+1=25\&$$

Dinamica melodica: $D=\frac{X_m}{T}=\frac{25}{36}=0,69\&ps$(Melodia con dinamica lenta)

Tutte le trame armoniche sono uguali a: $X_h=3\&$

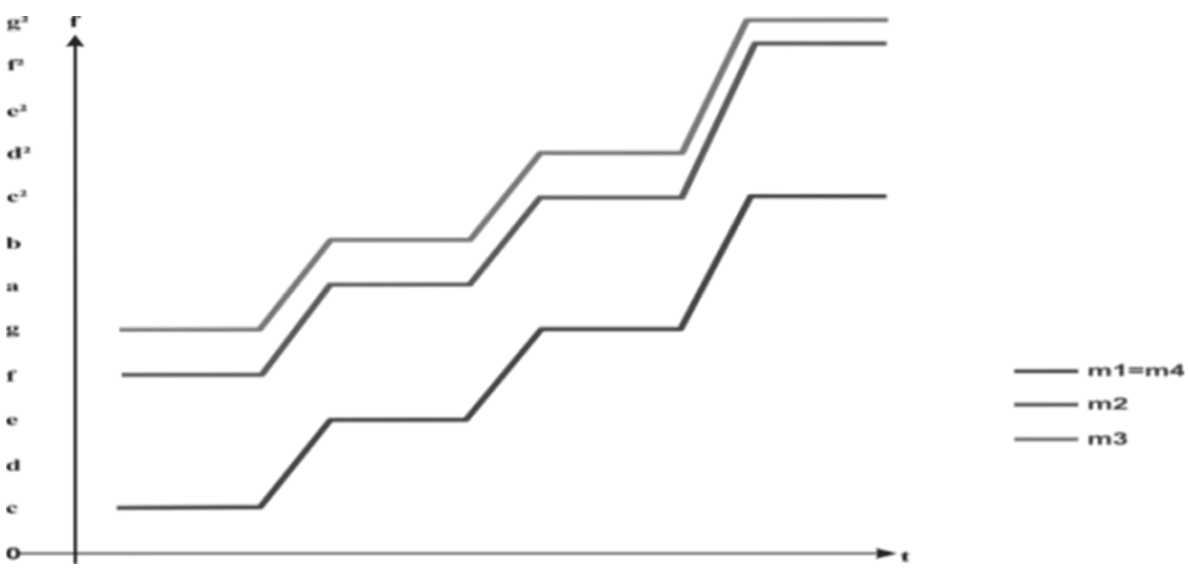
Textura armonica totale: $X_h=\frac{X_{h1}+X_{h2}+...+X_{h9}}{n}=\frac{3x9}{9}=3\&$(Textura semplice)

7. PLAGIO TRA POLINOMI MELODICI

Normalmente, i plagi sono uguaglianze che si verificano tra monomi melodici e polinomi melodici $(P_m=m_1\ m_2...m_n)$ e, come questi monomi sono formati dalle note musicali $(m=xy...z)$ distribuite continuamente che tracciate su un grafico nel sistema di coordinate cartesiane, mostrano le loro linee melodiche, che possono essere confrontate tra loro, mostrando le loro somiglianze o differenze, quelle che presentano le loro linee melodiche sono considerate plagio, cioè che coincidono sul grafico , sovrapponendoli uno sopra l'altro, o anche trasportando le note musicali dei monomi considerati plagio alla tonalità delle note dei monomi originari. Di seguito è riportato un esempio di monomi di plagio.

Pari monomi melodici: $m_1=2c2e2g2c^2$; $m_2=2f2a2c2f^2$; $m_3=2g2b2d2g^2$ e $m_4=2c2e2g2c^2$.

Grafico 5. Monomi melodici $m_1=m_2=m_3=m_4$.



Didascalia: c=m_1=m_4; f=m_2; g=m_3

Fonte: autore.

7.1 PERCENTUALE DI PLAGIO

Quando una parte continua di un polinomio melodico è plagio di un altro, cioè ha una percentuale di plagio o uguaglianza rispetto al polinomio originario, le somiglianze individuate possono essere calcolate con la formula $P_{\&}=100\frac{n}{n_t}$, dove "n" è il numero di monomi melodici o battute con plagio, e "n_t" è il numero totale di monomi o misure del polinomio originale, senza le ripetizioni melodiche. Ad esempio, data una melodia con cinquanta battute e, tra queste, dieci battute consecutive sono state plagiate in un altro brano, quindi:

$$P_{\&}=100\frac{n}{n_t}=100\frac{10}{50}=\frac{1000}{50}=20\ \%$$

8. STRUTTURA DI UN RITMO

Il ritmo è un fenomeno che si verifica nella durata di qualsiasi sistema, essendo diviso in parti uguali per mantenersi in equilibrio. Così avviene nel ritmo di una melodia, dove la sua durata (T) è suddiviso in parti di periodi uguali, dette misure, che sono continuamente collegate in funzione dell'Operazione M $(T=T_m/T_m/.../T_m=nT_m)$, inoltre, ogni misura è anche divisa in parti uguali di periodi più piccoli, detti unità di tempo (t), che sono anche continuamente interconnessi in funzione dell'Operazione M $(T_m=t/t/.../t=qt)$.

È noto che la durata di qualsiasi periodo (t), ha una durata iniziale (t_i) e finale (t_f), presto, $t=t_i/t_f$. Inoltre, questa durata iniziale (t_i) consiste in un battito (b) udibile o non udibile, causato da un impulso $(b=Ft_i)$, data da una forza F per una durata istantanea, rimanendo in silenzio per il resto della sua durata $(t_{\emptyset})$,

RC: 127454
Disponibile in: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/olimpiadi-di-matematica/matematica-della-musica

pertanto, il periodo di ogni misura è formato dal suo battito iniziale (b) in sintonia con il tuo tempo di silenzio $(t=t_i/t_f=b/t_\emptyset=bt_\emptyset)$.

In una sola battuta, oltre al battito del tuo ciclo con il tuo tempo di silenzio $(T_m=bT_\emptyset)$, esiste ancora, al suo interno, a causa dell'Operazione H, i battiti delle unità di tempo, con i loro tempi di silenzio $(T_m=bT_\emptyset\backslash bt_\emptyset bt_\emptyset)$, il cui risultato rende il primo battito due volte più forte degli altri $(T_m=(b\backslash bt_\emptyset)/(T_\emptyset\backslash bt_\emptyset)= 2bt_\emptyset bt_\emptyset)$, e l'effetto sonoro si chiama Cadenza Ritmica della Misura $(C_r=2bt_\emptyset bt_\emptyset)$, che ha una velocità di battuta chiamata Tempo Ritmico della Misura, essendo inversamente proporzionale al periodo di questa unità di tempo $(A=\frac{1}{t})$, scalato in battiti al secondo (bps) o battiti al minuto (bpm).

In questo contesto, minore è la durata di questa unità di tempo, maggiore è il tempo ritmico di questi battiti, che prevede due movimenti ritmici in un corpo fisico nella sua area di funzionamento, uno dei quali è chiamato Reggenza Ritmica $(R_r \rightarrow A)$, dove un corpo senza lasciare la sua posizione di riposo, segue il movimento del Tempo Ritmico di questi battiti, e un altro chiamato Danza Ritmica $(D_r \rightarrow A)$, dove un corpo si sposta dalla sua posizione di riposo ad altre posizioni distinte, a seconda del tempo ritmico di questi battiti.

8.1 LEGGE DELL'ACCENSIONE TONICA DELLE BARRE

La proprietà del primo movimento dell'unità di tempo di una misura è più forte degli altri movimenti della stessa misura $(T_m=2bt_\emptyset bt_\emptyset bt_\emptyset...)$ originò la Legge dell'Accentuazione Tonica delle Barre che segna, in modo incisivo, ogni nota musicale che occupa quella prima posizione nelle battute di un ritmo. Accentuando anche qualsiasi sillaba di qualsiasi parola che occupi quella posizione, modificandone o meno l'accentuazione tonica ortografica, qualunque sia la lingua parlata del mondo. Nel caso di una pausa posta in questa posizione e di una nota musicale in quella successiva, si ha un effetto musicale chiamato Contratempo.

8.2 STRUTTURA DI UNA BUSSOLA COMPOSTA

Una misura è chiamata composta quando nel suo periodo si verifica più di una cadenza ritmica distinta (T_m), formato da altre unità temporali distinte $(t_1, t_2, \dots, t_n)$. In questo caso, la barra Compound può essere Melodica o Armonica.

Nella Melodic Compound Measure, le cadenze ritmiche delle unità di tempo dipendono dall'Operazione $M(C_m = C_{m1}/C_{m2}/\dots = C_{m1}C_{m2}\dots)$, risultante in una cadenza Ritmica Melodica $(C_m = 2bt_{\emptyset 1}bt_{\emptyset 1}\dots 2bt_{\emptyset 2}bt_{\emptyset 2}\dots)$. Tra di loro nasce un tempo ritmico melodico $(A_m = A_1/A_2 = A_1A_2)$, una Reggenza ritmica melodica $(R_r = A_m)$ e una Danza ritmica melodica $(D_r = A_m)$.

Nella misura armonica composta, le cadenze ritmiche delle diverse unità di tempo e dipende dall'Operazione $H(C_h = C_{m1}\backslash C_{m2} = C_{m1}\backslash C_{m2})$, risultando in una cadenza ritmica armonica tra di loro $(C_h = bt_{\emptyset 1}bt_{\emptyset 1}\dots\backslash bt_{\emptyset 2}bt_{\emptyset 2}\dots)$.

Purché $t_1 = bt_{\emptyset 2}bt_{\emptyset 2}\dots$, la cadenza ritmica risultante è determinata dall'unità di tempo con la durata più breve $(C_h = 3bt_{\emptyset 2}bt_{\emptyset 2}\dots 3bt_{\emptyset 2}bt_{\emptyset 2}\dots)$, in questo caso il Tempo ritmico armonico risultante è dato dal periodo della più piccola unità di tempo $(A_h = A_1\backslash A_2 = A_2)$, con la sua direzione armonica ritmica (R_h) normalmente una funzione del tempo ritmico dell'unità di tempo più grande $(R_h=A_1)$ e la sua danza ritmica armonica (D_h) a seconda del tempo ritmico maggiore e minore $(A_1 \leftrightarrow D_h \leftrightarrow A_2)$.

8.3 RITMO ARMONICO

La cadenza ritmica di una battuta è solitamente melodica $(C_m=2bt_{\emptyset}bt_{\emptyset}...)$, poiché le sue unità di tempo sono una funzione dell'Operazione $M(T_m=t/t/t/...)$. Tuttavia, questa cadenza può essere armonica (C_h) con i periodi delle sue unità temporali in funzione dell'Operazione $H(T_h=t\backslash t\backslash t\backslash...=t)$, risultando in una singola unità di tempo, con la sua cadenza ritmica melodica $(C_h=nbt_{\emptyset})$. Ad esempio, quando un gruppo di persone rimane in silenzio per un certo periodo di tempo o quando diversi orologi sono sincronizzati.

9. CONSIDERAZIONI FINALI

Questo articolo mirava a sviluppare un linguaggio algebrico per strutturare matematicamente la Musica, utilizzando solo lettere, numeri e simboli per scrivere i suoni delle note musicali in modo alfanumerico, rappresentandone le principali caratteristiche sonore, quali: frequenza(f), ampiezza (a) e tempo di durata (t), in un'unica espressione $x=aft$ per identificare un'onda sonora.

Alla fine, sembra che la Matematica della Musica sia stata possibile solo con lo sviluppo di Operation He il suo funzionamento inverso M, fornendo i raggruppamenti di onde sonore di note musicali, rispettivamente nelle formazioni di armonie di accompagnamenti strumentali e melodie che compaiono in ogni momento nell'ispirazione di un compositore, rendendo lo studio della musica più semplice, con un linguaggio sonoro più comprensibile e adattato all'attualità tecnologia degli studi scientifici della Scienza della Musica. Infine, con la dimostrazione della Struttura Matematica della Musica, si può dire che una composizione musicale è una struttura matematica del suono.

RIFERIMENTO

ALMADA, Carlos. **Harmonia Funcional**. Editora Unicamp, 2ª Edição, 2012.

GUEST, Ian. **Harmonia – Método Prático**. Editora Luminar. Vol. 1, p. 33 a 41, 2020.

HELERBROCK, Rafael. Intensidade do som. **Mundo da educação**, s.d. Disponível em: https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/velocidade-intensidade-som.htm. Acesso em: 22 de julho de 2022.

SILVA, Luiz Paulo Moreira. Progressão geométrica. **Brasil Escola**, s.d. Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/matematica/progressao-geometrica.htm. Acesso em? 22 de julho de 2022.

VIANA, Arnóbio Araújo. A operação harmonização (H) e sua inversa operação melodiação (M). **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano. 07, Ed. 03, Vol. 03, pp. 144-171. Março de 2022. ISSN: 2448-0959, Link de acesso: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/matematica/operacao-harmonizacao, DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/matematica/operacao-melodiacao. Acesso em: 22 de julho de 2022.

Inviato: Luglio 2022.

Approvato: Agosto 2022.

[1] Laureato in Ingegneria Elettrica, op. Elettronica dell'Università Federale di Pará-UFPA. ORCID: 0000-0001-7010-9114.