

## **A INTERSECÇÃO DA MÚSICA COM AS CIÊNCIAS<sup>1</sup>**

Guilherme Romanelli

### **INTRODUÇÃO**

A música não pode ser enxergada nem tocada, entretanto provoca reações complexas nas pessoas e, como afirma John Blacking (1995), é parte indissociável de nossa humanidade. Em função de suas características abstratas, a busca pelo entendimento da música estimulou o imaginário humano, não sendo raro encontrar a relação dessa arte com a magia ou com divindades em culturas de diversos lugares e épocas. Uma maneira de entender a música é vê-la a partir das lentes da ciência, proposta que tem sua origem no classicismo grego (BRÉSCIA, 2003). Essa forma de procurar desvendar os segredos da música possibilita estabelecer algumas balizas racionais para compreender algo que muitas vezes é visto como intangível.

Uma analogia comum que se constrói entre música e ciência está no imaginário popular, onde não é raro encontrar o estabelecimento de relações causais entre o estudo da música e o desenvolvimento de aptidões para as ciências, em especial para a matemática. Mesmo que seja possível encontrar elementos comuns nessas áreas do conhecimento, Beatriz Ilari (2005) alerta para o fato de que não se pode afirmar que ao estudar música, uma pessoa terá necessariamente mais destreza na linguagem matemática, mesmo que haja relações entre esses saberes e o desenvolvimento humano.

A partir da problemática de compreender com mais clareza a música, este texto pretende estabelecer o diálogo entre a música e a ciência, aproximando-se das discussões feitas durante o I Encontro de Representantes de Grupo de Pesquisa e Estudos Qualitativos – ERPEQ, realizado em julho de 2008, na PUC-SP, que teve como proposta principal a articulação de diversas áreas do conhecimento para expor “níveis de maior clareza e compreensão de mundo e do ser humano” (ERPEQ, 2008). As discussões realizadas por esse grupo de trabalho não têm por objetivo anular as especificidades de cada área do saber, mas permite subverter as tradicionais divisões do pensamento ocidental, apontando possíveis caminhos científico-metodológicos para produzir conhecimento.

### **A MISTERIOSA RELAÇÃO COM A MÚSICA**

Ao se escutar uma música ou um trecho musical, cada ouvinte estabelece relações que são complexas e, por isso, difíceis de serem compreendidas. Além de estimular quase que exclusivamente o sentido da audição, a música é uma arte performática, pois depende da ação do músico para acontecer, uma vez que apenas o texto musical não é o suficiente para se apresentar enquanto música<sup>2</sup>. Esse fato implica em considerar a temporalidade como elemento essencial da arte musical, ou seja, ela só pode ser apreciada no tempo, já que não é possível contemplá-la quando está parada. Tal aspecto diferencia a música de outras artes como a pintura ou a escultura, nas quais a apreciação pode ocorrer independentemente do fator temporal, uma vez que o observador pode se relacionar com a obra a qualquer momento e ditando o seu próprio ritmo de fruição<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> Comunicação apresentada no ERPEQ - I Encontro de Representantes de Grupo de Pesquisa e Estudos Qualitativos, na PUC-SP em julho de 2008, a partir apresentação feita no XI EBRAPEM em 2007 Curitiba, com o título “Matemática e Música”.

<sup>2</sup> Há alguns músicos que consideram que a arte musical já se faz presente no texto musical (ou partitura). Deve-se, entretanto entender que essa relação é reservada às poucas pessoas que têm a capacidade de transformar mentalmente a partitura em música, em um processo que é apresentado por Gordon (2000) como audiação.

<sup>3</sup> Ainda que também dependam da ação do artista, a dança e o teatro têm uma temporalidade diferente da música. Mesmo que consideradas artes performáticas, pelo fato de estimularem também o sentido da visão, nessas ANAIS do I. ERPEQ - ISBN 978-85-98623-03-0

O fator temporal na música traz implicações muito complexas para a relação do ouvinte com essa arte. Para o apreciador não é possível direcionar sua atenção a um trecho da música que já foi tocado, pois sua única relação com o que já ocorreu é através de sua própria memória. Tampouco é possível parar a música para se relacionar com uma determinada parte da obra de forma concentrada. Se a música é parada ela simplesmente deixa de existir, e evidentemente não pode mais ser apreciada.

A abstração da música e sua temporalidade podem ser vistos como os principais elementos responsáveis pela dificuldade de se compreender a música a partir de parâmetros racionais. É nesse ponto que a aproximação com a ciência traz elementos para apresentar novas lentes de entendimento da música, o que não significa reduzir o seu valor artístico.

Mesmo que Blacking (1995) defenda que as estruturas internas da música e os efeitos que ela provoca não possam ser estudados separadamente, propõe-se como possibilidade de avaliar a relação que um ouvinte estabelece com a música a partir de três dimensões distintas: 1. *A dimensão cultural*; 2. *A dimensão pessoal*; e 3. *A dimensão universal*.

1. *A dimensão cultural* fica evidente quando se pergunta a um ouvinte o que ele pensa ao escutar uma determinada música, ou trecho musical, pois suas respostas frequentemente se direcionam a referenciais histórico-sociais. Ao escutar, por exemplo, a “Cavalcada das Valquírias” de Richard Wagner (1813-1883), um sujeito que está imerso na cultura ocidental européia<sup>4</sup>, mesmo sem conhecer essa música ou saber o seu título, possivelmente faz referências a atos heróicos, movimentação de multidões, ventanias, cavalcadas e batalhas<sup>5</sup>. Para entender essa interpretação da obra de Wagner, é preciso lembrar que esse tipo de discurso musical está muito presente em produções cinematográficas hollywoodianas que têm grande influência na formação do imaginário da cultura ocidental européia. Filmes épicos, ou cujo tema versa sobre grandes batalhas, utilizam o mesmo ‘vocabulário musical’ do compositor romântico que compôs “As valquírias”, ou seja, grandes orquestras com a utilização massiva do naipe dos metais.

Da mesma forma, se, ainda a partir de referenciais da cultura ocidental européia, um ouvinte tiver que apontar alguma idéia ao ouvir o tema<sup>6</sup> principal da abertura da ópera “Guilherme Tell” de Gioachino Rossini (1792 - 1868), é muito provável que mencione o cavalo, ou o ato de cavalgar. Mais uma vez o fator cultural se torna evidente e tem suas referências em grande parte nas produções cinematográficas. Entretanto, se esse mesmo tema for apresentado a um sujeito de outra cultura completamente diferente, talvez em alguma comunidade isolada da Ásia, será que esse ouvinte fará uma referência eqüina?

Pode-se encontrar uma infinidade de exemplos que demonstram a dimensão cultural na relação de um sujeito com a música, desde músicas que provocam relações comuns a uma grande parcela da população mundial, como os exemplos já mencionados que traduzem a influência da cultura ocidental européia, até exemplos de delimitação geográfica mais restrita, como se observa no caso do “Tema da vitória”, composto por Eduardo Souto Neto que foi amplamente utilizada pela Rede Globo para referenciar o falecido ídolo da Fórmula 1 de automobilismo, Ayrton Senna. Apenas brasileiros, ao ouvir esse tema, terão uma mistura de recordações que vão desde a idéia de café da manhã de domingo, quando eram transmitidas as corridas, até sentimentos de tristeza, saudades e nostalgia, pela morte do automobilista.

---

linguagens a pausa passa a existir como um elemento que faz parte do discurso artístico, não apenas como oposição da ação, mas como parte dela.

<sup>4</sup> Deve-se levar em consideração a abrangência da cultura ocidental européia que vai além do continente de origem, sendo a principal referência de boa parte da Oceania e das Américas, incluindo o Brasil.

<sup>5</sup> Esse exemplo musical, assim como os outros que figuram neste texto, já foi apresentado pelo autor a milhares de pessoas em diversas regiões do Brasil durante mais de uma década, obtendo-se respostas semelhantes.

<sup>6</sup> O tema musical, palavra será recorrente neste texto, pode ser entendido como a melodia principal de uma obra, ou aquela frase musical que tem mais evidência.

## I Encontro de Representantes de Grupo de Pesquisa e Estudos Qualitativos

Relacionando-se principalmente às áreas da História, Sociologia e Antropologia, a dimensão cultural pressupõe que toda a produção musical está necessariamente circunscrita a uma cultura, ou a um conjunto de culturas (MENUHIN, 1996).

2. *A dimensão pessoal* diz respeito à relação única que cada ouvinte estabelece com o discurso musical. A fruição diante do que se escuta certamente envolve elementos comuns a uma cultura, mas também estimula respostas individuais que têm relação com as experiências que um sujeito acumulou durante sua vida.

Como exemplo, uma música que é tradicionalmente ligada à idéia de festa e diversão como “New York, New York” de John Kander, pode provocar repulsa e depressão em alguns ouvintes, o que provavelmente está relacionado com suas experiências vividas, nas quais essa música estava presente. Para um sujeito que teve o final de uma relação amorosa marcada por Frank Sinatra e Liza Minnelli interpretando “New York, New York”, essa balada não trará boas lembranças.

Aproximando-se principalmente da área da Psicologia, essa dimensão é importante para refutar a idéia de que a música pode ser utilizada para fins terapêuticos apenas fundamentando-se em seu valor absoluto.

3. *A dimensão universal*. Mesmo que exista o ditado popular “A música é uma linguagem universal”, ainda há muita investigação a ser feita para confirmar a existência de uma dimensão universal, estimulando a pergunta se os efeitos da música sobre um sujeito poderiam provocar as mesmas reações a qualquer habitante do planeta. Busca-se nessa terceira dimensão parâmetros para encontrar certos elementos musicais que estimulariam reações objetivas no corpo e mente do ouvinte, independentemente de suas experiências pessoais ou de seus referenciais culturais. Nesse parâmetro, um acalanto teria características comuns em qualquer cultura ou período histórico, identificáveis em melodias, andamentos ou texturas musicais.

Uma possível dimensão universal seria mais facilmente explicada por referências que são comuns a todos os humanos, como por exemplo, os fenômenos acústicos.

Com a separação de aspectos da música a partir desses três parâmetros distintos, pode-se, então, encontrar na ciência elementos para compreender a música. Excluindo-se a dimensão cultural que depende de fatores histórico-culturais e a dimensão pessoal que depende das experiências de cada sujeito, resta a dimensão universal como principal possibilidade no estabelecimento do diálogo entre a música e a ciência.

Por ser fundamentada em aspectos objetivos relacionados diretamente às leis da acústica, a dimensão universal permite a utilização das ciências ligadas à matemática para procurar entender com mais precisão a relação do homem com a música.

### AS COMBINAÇÕES DE SONS

A história da música está repleta de exemplos musicais que traduzem com muita sutileza o seu período histórico. Talvez em nenhum outro momento da música ocidental esse aspecto seja tão evidente quanto no período barroco. Se esse período for entendido como uma consequência da reforma protestante e a consequente contra-reforma, pode-se verificar no barroco uma estética fundamentada na sedução (SALA, 2002).

Um bom exemplo da música do Barroco poderia ser encontrado no primeiro movimento do concerto para violino e orquestra “La tempesta di mare”, de Antonio Vivaldi (1678-1741). Se a apresentação desse trecho musical a um grupo de pessoas for parada bruscamente, será muito provável escutar lamentações e revoltas com a interrupção da experiência estética, mesmo que aquelas pessoas nunca tenham tido a ocasião de ouvir Vivaldi anteriormente. Essa reação do público pode ser explicada pela construção constante de situações de tensão e relaxamento típicas do período Barroco e que prendem a atenção do ouvinte, como ocorre nesse concerto para violino.

Para um sujeito que tem fluência musical, tanto nos moldes acadêmicos típicos da tradição do conservatório, quanto na música popular, a idéia de tensão e relaxamento é bem conhecida e se traduz ANAIS do I. ERPEQ - ISBN 978-85-98623-03-0

## I Encontro de Representantes de Grupo de Pesquisa e Estudos Qualitativos

por encadeamentos harmônicos facilmente interpretados. Entretanto, para quem não conhece a música de forma prática, o encadeamento de acordes é tão abstrato que facilmente leva a pensamentos equivocados de que tal percepção depende de algum dom específico.

Se a estética barroca da tensão e relaxamento parece, de um lado, ser perceptível apenas àqueles que têm certa fluência em música, por outro lado ela pode ser entendida a partir das lentes da ciência, analisando os princípios da acústica por meio da matemática.

Cada nota musical pode ser representada por um valor numérico, que indica o número de vibrações por segundo, ou seja, sua frequência. A partir de convenções construídas ao longo dos séculos, entende-se, por exemplo, na música ocidental da atualidade, uma vibração de 440 ciclos por segundo, ou 440hz é o mesmo que a nota Lá 3, ou seja, o Lá central de um piano. Tal princípio leva a entender que todas as notas musicais têm uma frequência específica, conforme a tabela abaixo<sup>7</sup> (MICHELS, 1996):

o 3	o #	e	i b	i	a	a #	ol	a b	a	i b	i	o 4
64 Hz	75 Hz	97 Hz	17 Hz	30 Hz	52 Hz	67 Hz	96 Hz	22 Hz	40 Hz	75 Hz	95 Hz	28 Hz

A partir da tabela acima, se forem feitas relações entre as diversas frequências, tomando-se por referência, por exemplo, o Do 3, pode-se, assim como o fez Pitágoras no século VI ~ V a.C, completar a tabela com as seguintes relações numéricas:

o 3	o #	e	i b	i	a	a #	ol	a b	a	i b	i	o 4
64 Hz	75 Hz	97 Hz	17 Hz	30 Hz	52 Hz	67 Hz	96 Hz	22 Hz	40 Hz	75 Hz	95 Hz	28 Hz
:1	5:24	:8	:5	:4	:3	5:18	:2	:5	:3	:5	5:8	:1

Tomando-se como referência a estética de uma cultura específica em um determinado período da história, as relações numéricas resultantes da divisão de uma nota da escala pela nota Dó 3 podem servir para indicar o efeito expressivo que uma combinação de sons<sup>8</sup> provoca aos ouvintes. Para a música do barroco, por exemplo, as combinações de duas notas em oitava, quinta, quarta e terça maior (razões 2:1, 3:2, 4:3 e 5:4, respectivamente) eram consideradas agradáveis e assumiam a função de relaxamento para o ouvinte. Por outro lado um intervalo de quinta diminuta ou de segunda menor (razões 25:18 e 25:24, respectivamente) indicavam tensão que antecedia algum repouso.

Essa pequena análise da música à luz da física, por meio da linguagem matemática, permite prever o efeito estético de uma combinação de sons mesmo sem ouvi-los. De forma alguma se deseja anular o prazer da descoberta ou da fruição diante do discurso musical, mas pretende-se demonstrar que alguns efeitos que a música provoca e que são entendidos enquanto misteriosos podem ser elucidados através do diálogo com a ciência.

### AS COMBINAÇÕES RÍTMICAS



<sup>7</sup> Para simplificar a análise, a tabela apresentada representa as notas musicais da escala cromática, na sua forma natural, ou seja, sem os ajustes de afinação propostos pelo sistema temperado que marcou o século XVII.

<sup>8</sup> A combinação de sons, ou a combinação de notas diferentes é o princípio da harmonia da música. Para se formar um acorde, como os que são tocados ao violão quando se acompanha a MPB, são necessárias ao menos três notas diferentes, entretanto, as combinações de apenas duas notas já produzem efeitos com valor expressivo. ANAIS do I. ERPEQ - ISBN 978-85-98623-03-0

Para Guy Maneveau (2000), assim como muitos outros teóricos, o ritmo é um dos elementos mais importantes da música, responsável pela maior parcela de sua expressividade. O efeito hipnotizador que as combinações rítmicas provocam nos ouvintes serve aos mais variados propósitos que não apenas musicais, assumindo desde a função de diálogo com deuses até a catarse coletiva.

Assim como ocorre para as combinações harmônicas, uma grande parte das pessoas que se consideram ‘analfabetas’ musicalmente atribui os efeitos estéticos das combinações rítmicas a questões misteriosas.

Partindo-se do princípio de que o ritmo se constrói basicamente a partir da determinação da duração dos sons e sua relação com períodos de silêncio, esse elemento, tão essencial à música, pode ser mais bem entendido se ‘observado’<sup>9</sup> por meio da linguagem matemática. A maior parte dos músicos práticos não se preocupa realmente com a tradução dos ritmos para a matemática, uma vez que já dominam os efeitos estéticos que podem ser produzidos a partir das infinitas combinações entre a duração de sons e o silêncio. Todavia, para os músicos de tradição de conservatório, a leitura de partituras musicais exige uma reflexão mais analítica sobre as combinações rítmicas.

Não é por acaso que muitos professores de teoria musical iniciam suas aulas de leitura rítmica abordando o princípio das frações numéricas. Essa aproximação entre a arte e a matemática é necessária, pois as figuras que representam a duração das notas não têm um valor absoluto<sup>10</sup>, mas apenas um valor relativo, entre as próprias figuras rítmicas e a partir de um referencial indicado no início da peça musical, chamado pulso e que define o andamento, ou seja, a velocidade em que a obra musical deverá ser executada. Isso significa que uma determinada figura rítmica, como uma ‘semínima’, (representada pela figura ) não expressa objetivamente um som de duração curta ou longa. Dessa forma, a única maneira de definir a duração da nota, é a partir de uma fração que determinará o valor relativo dessa ‘semínima’. Se houver uma indicação na partitura de que a semínima vale 120 pulsos por minuto<sup>11</sup>, significa que essa figura rítmica terá a duração de ½ segundo. Da mesma forma, seguindo a mesma indicação de 120 pulsos por minuto, a duração de uma colcheia (representada pela figura ) será de ¼ de segundo, uma vez que a colcheia representa uma duração de som que é metade do valor da semínima, e assim sucessivamente para todas as representações dos valores de duração dos sons.


A representação numérica em frações também define o compasso, ou seja, a organização de pulsos em células regulares, de acordo com a determinação de um tempo forte e sua reincidência. Para indicar um determinado compasso, utiliza-se a fórmula de compasso, que é uma fração, cujo numerador indica a quantidade de pulsos em um compasso e o denominador representa o valor proporcional desses pulsos. A partir dessa lógica, a fração ¾ significa que existem em um compasso três pulsos do ‘tipo 4’. A figura rítmica que caracteriza o ‘tipo 4’ é a semínima, conforme a tabela abaixo:

---

<sup>9</sup> A metáfora de ‘observar’ o som é uma maneira de amenizar a discussão de um tema que é difícil de ser entendido por conta de sua abstração. Em algumas análises da música, as metáforas que utilizam os adjetivos de outros sentidos humanos que não a visão, são essenciais, como é o caso da análise de timbre que exige a utilização de adjetivos como ‘suave’, ‘doce’, ‘claro’ e ‘vermelho’, entre outros, para compensar a existência de apenas um adjetivo autenticamente ligado à audição: ‘estridente’.

<sup>10</sup> Em caráter de exceção, deve-se salientar que o valor temporal absoluto de uma nota existe em obras da música contemporânea, onde o compositor determina a duração da nota por meio de uma indicação em segundos.

<sup>11</sup> O número de pulsos por minuto também é representado pela sigla em inglês ‘bpm’ (*beats per minute*) e seu valor numérico corresponde à graduação que existe no metrônomo, aparelho que indica com precisão diferentes pulsos.

	Semi breve	
	Míni ma	
	Semí nima	
	Colc heia	
6	Semi colcheia	
2	Fusa	
4	Semi fusa	

O sistema de representação da forma de compasso por meio de uma fração é interpretado instantaneamente por músicos experientes que já vêem nessa simbologia um sentido musical que orientará a interpretação de uma determinada composição. Esse aspecto se torna mais evidente quando um músico experiente, conhecendo a fórmula de compasso de uma determinada obra musical, é capaz de corrigir de forma automática, enquanto interpreta aquela música, eventuais erros de escrita, completando os tempos que faltam a um compasso.

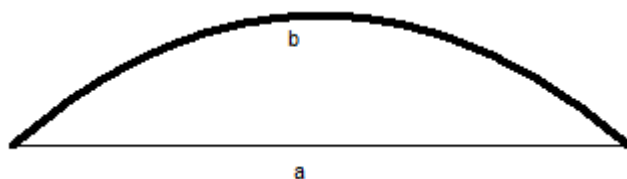
Nesse sentido não há como separar as linguagens, matemática ou musical, que, nesse caso, são utilizadas simultaneamente pelos músicos e servem a um mesmo propósito: fazer música.

## REFERÊNCIAS GEOMÉTRICAS PARA O ARCO DO VIOLINO

Nos instrumentos de corda a arco, representados pela família do violino<sup>12</sup>, o arco é o elemento principal de expressividade. É com esse pequeno e delicado artefato, construído de madeira e crina (rabo) de cavalo, que se produzem as infinitas combinações sonoras que caracterizam esse grupo de instrumentos.

É interessante notar que apesar do violino não ter sofrido modificações representativas em sua constituição estrutural nos últimos quatrocentos anos (GILL, 1984), o arco com o qual é tocado teve que se adaptar às mudanças estéticas, sofrendo profundas modificações ao atravessar os séculos.

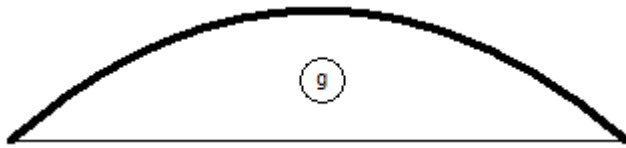
Inicialmente, o arco do violino, conforme o seu nome indica, se configurava como um arco, onde a tensão da crina (a) é produzida pela flexão da vareta de madeira (b).



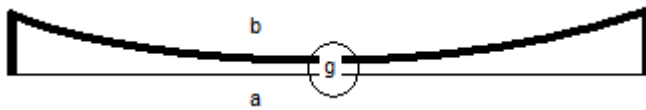
Entretanto, apesar dessa solução ter funcionado durante muitos anos, possibilitando que o elemento que provoca a fricção, e conseqüentemente, a vibração da corda do instrumento, fosse suficientemente tensionado, ela passou a não atender as modificações estéticas da música que ocorreram durante o final do classicismo.

<sup>12</sup> A família do violino inclui a viola e o violoncelo, além do instrumento que lhe dá nome. Apesar da semelhança, o contrabaixo tem origem em outra família de instrumentos, a família das violas (principalmente representada pela viola *da gamba*).

Um dos problemas do arco de violino com a forma tradicional de um arco era sua instabilidade sobre a corda, em função de seu centro de gravidade que ficava muito distante do ponto de contato entre a crina e a corda, conforme o baricentro (g) na figura abaixo:



A localização do baricentro (g) muito distante da corda limitava a expressividade e a precisão do violinista especialmente em passagens musicais que exigiam agilidade. Diante da necessidade de manter o arco que tencionasse a corda, os construtores de arcos de violino, ou arquetaios, tiveram a engenhosa idéia de inverter o arco (b), mantendo a crina tensionada (a) e possibilitando que o baricentro (g) pudesse estar o mais próximo da corda, proporcionando estabilidade ao toque do violino, conforme o a representação a seguir:



Tal solução foi aperfeiçoada no final do século XVIII, por um arquetaio francês chamado François Tourte, cujo modelo de arco ainda serve de referência sem nenhuma modificação até a atualidade.

### O DIÁLOGO ENTRE A CIÊNCIA E A MÚSICA

Um dos elementos de maior convergência entre as ciências e a música está na possibilidade dessas duas áreas em evidenciar a capacidade criadora do homem. Tomando como princípio de criatividade a necessidade de solução de um problema somada ao repertório que um sujeito tem à sua disposição (NACHMANOVITCH, 1993), as criações humanas frequentemente extrapolam o seu sentido funcional e se tornam elementos de sedução. O problema com o qual o ato criativo se depara pode ser de ordem científica ou estética, e permite diversos caminhos de solução que podem se fundamentar tanto na simplicidade quanto na complexidade.

Pode-se tomar como exemplo de solução pela simplicidade o Canon de J. Pachelbel (1653-1706). Essa obra resolve um dos problemas mais delicados da apreciação musical que é o caráter temporal dessa linguagem artística. Utilizando os princípios de uma forma de composição chamada cânone, ou canon, essa música permite que o ouvinte estabeleça uma familiaridade com a obra mesmo em sua primeira audição. Originalmente escrita para três vozes principais normalmente interpretadas ao violino, a composição utiliza uma mesma partitura para cada uma das vozes, que são executadas com um deslocamento temporal regular. Dessa maneira, o primeiro violino inicia sozinho a peça a partir do primeiro compasso da melodia e, quando estiver tocando o terceiro compasso, o segundo violino passa a acompanhá-lo começando a tocar a partir do primeiro compasso. Quando esse último estiver interpretando o terceiro compasso (e o primeiro violino no quinto compasso), o terceiro violino, por sua vez junta-se ao conjunto e inicia a obra também do início da melodia, enquanto as outras vozes seguem separadamente a evolução melódica da obra.

Para um ouvinte que se relaciona pela primeira vez com o Canon de Pachelbel, há uma sensação de já ter ouvido a obra antes. Isso ocorre por um reconhecimento da base harmônica<sup>13</sup> que se

<sup>13</sup> A base harmônica pode ser entendida como a base dos acordes musicais que dão sustentação à melodia principal. No caso do *Canon* de Pachelbel, ela é geralmente executada por um cravo e um violoncelo (na função de contínuo).

repete ciclicamente, e principalmente pelo reconhecimento implícito da linha melódica que é executada três vezes seguidas por cada uma das vozes.

O Canon de Pachelbel poderia ser analisado a partir da linguagem matemática, se for tomada como referência a tabela que traduz numericamente cada nota musical, por meio de suas frequências. Cada nota musical da melodia dessa obra foi escrita pensando-se na combinação com a base harmônica além da combinação com a própria melodia a partir de um deslocamento temporal.

Como uma forma musical que evoluiu a partir do canon, existe a fuga, que indo além do princípio de solução estética fundamentada na simplicidade, alcança níveis de complexidade que lembram os grandes teoremas das ciências, razão pela qual é tão admirada, não apenas no meio musical, mas também no meio científico.

O grande gênio da fuga foi J. S. Bach (1685-1750), da qual se destaca a fuga do Prelúdio e Fuga em Dó Menor para cravo. Talvez nenhum outro gênero musical aproxime tanto a música da ciência, pois a construção de uma obra assim exige que o compositor solucione infinitas combinações dentro de regras e limites que não podem ser subvertidos, em um processo idêntico às soluções que os cientistas devem encontrar para explicar teoremas ou fenômenos naturais, tendo como balizas os limites da matemática ou as leis da natureza.

Na fuga, o compositor apresenta um tema que é executado por uma primeira voz. O mesmo tema serve de referência para a segunda, terceira e eventuais outras vozes que surgem na música de forma sucessiva. A diferença é que as vozes são apresentadas em tonalidades diferentes e só têm em comum a frase musical do tema principal, pois seguem uma evolução melódica autônoma. Sem a necessidade de se aprofundar em detalhes sobre análise musical, pode-se resumir a fuga como uma forma de composição que combina diversas músicas ao mesmo tempo tendo como resultado final uma riqueza melódica e harmônica que marca a unidade de uma música e permite ao ouvinte estabelecer infinitas relações sempre que estiver diante daquela obra.

Bach escreveu um conjunto de obras que são compiladas sob o nome ‘A arte da fuga’ e que fundamentam os princípios desse tipo de composição. A quantidade de regras e balizas é tão grande que muitos entendem que a elaboração de uma fuga é um exaustivo trabalho racional de combinação de notas e ritmos, que se parece com uma complexa equação matemática, tendo como fim um resultado estético.

Sem se caracterizar enquanto canon ou fuga, a obra “Dueto para violinos – o espelho” de W. A. Mozart (1756-1791) sintetiza a genialidade da combinação de notas e ritmos. Também conhecida como “Dueto de mesa”, essa obra, que foi escrita como uma simples brincadeira, utiliza uma mesma partitura para dois executantes. Entretanto, diferentemente do Canon de Pachelbel, a partitura é lida a partir de lados opostos do papel, ou seja, enquanto um violinista lê a partitura de forma tradicional, o outro interpreta a partitura de forma invertida. Isso fica mais evidente com a imagem da partitura a seguir (Disponível em: <http://www.free-scores.com/download-sheet-music.php?pdf=6837>), onde é possível verificar que a clave de sol (que marca o início do pentagrama) está tanto na margem esquerda quanto na margem direita, sendo essa última a referência para a partitura se lida de cabeça para baixo.



**The Mirror – Duett für zwei Violinen – Der Spiegel**  
based upon an earlier edition by Fred Nachbaur (fredn@netidea.com)

Allegro W.A. Mozart (1756-1791)



Allegro W.A. Mozart (1756-1791)

© 2000 Werner Göttinger, Bonn

O pensamento musical que se aproxima de uma solução matemática surge na complexidade do compositor em pensar em cada nota como tendo uma função simultânea no tempo e no espaço. Para cada nota escrita, Mozart teve que imaginar sua sonoridade para a outra voz, levando em consideração que seria lida de cabeça para baixo, além de soar em momentos diferentes em cada um dos violinos.

## CONCLUSÃO

ANAIS do I. ERPEQ - ISBN 978-85-98623-03-0

## **I Encontro de Representantes de Grupo de Pesquisa e Estudos Qualitativos**

Há uma atração natural entre as ciências e a música que existe há milênios, como é o exemplo de Pitágoras. As infinitas relações que podem se estabelecer entre essas duas áreas do conhecimento aparentemente de naturezas distintas demonstram que a divisão cartesiana das diversas áreas do conhecimento é de certa forma artificial e serve para amenizar o grau de especialização e complexidade que cada conhecimento humano alcançou ao longo da história.

Este pequeno texto dá apenas uma pequena idéia do rico diálogo que pode ser construído entre a música e as ciências, em especial a matemática, lembrando que há muitos outros aspectos da música que permitem o estabelecimento de relações interessantes, como, por exemplo, no entendimento mais aprofundado dos instrumentos musicais a partir da física (Ver FREITAS, 2008). Entende-se que o diálogo entre as diferentes áreas do conhecimento permite construir novas maneiras de ver a realidade, sem que seja necessário estabelecer uma relação de hierarquia entre elas. Rhonda Roland Shearer (in CASTILHOS, 2006) destaca que, no que se refere à relação entre arte e ciência, “A noção de que há uma separação entre essas duas culturas é irreal. Uma vez que se use uma abordagem científica na arte ou se empregue um método artístico na ciência, na prática o que se mostra é que nenhuma barreira real existe entre as duas”.

Finalmente, tanto a música quanto as ciências são áreas do conhecimento que confirmam nossa humanidade e têm a infinita capacidade de seduzir e impressionar.

### **REFERÊNCIAS**

- BLACKING, John. Expressing human experience through music. In Reginald Byron (Ed.) Music, culture & experience: Selected papers of John Blacking. Chicago and London: The University of Chicago Press, 1995.
- BRÉSCIA, Vera. Educação musical: bases psicológicas e ação preventiva. São Paulo: Edições PNA, 2003.
- CASTILHOS, Washington. Relações diretas. São Paulo: Agência FAPESP, 2006.
- ERPEQ, Encontro de Representantes de Grupo de Pesquisa e Estudos Qualitativos - ERPEQ – realizado em julho de 2008, In. [www.sepq.org.br/lerpeq/default.asp](http://www.sepq.org.br/lerpeq/default.asp) acessado em setembro de 2008.
- FREITAS, Tiago. et al. A física do violino. São Paulo: Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 30, p. 2305, 2008.
- GILL, Dominic. (org.) Le grand livre du violon. Paris: Van de Velde, 1984.
- GORDON, Edwin. E. Teoria de aprendizagem musical. Lisboa: Fund. Calouste Gulbekian, 2000.
- ILARI, Beatriz. A música e o desenvolvimento da mente no início da vida: investigação, fatos e mitos. In. Anais do 1º Simpósio Internacional de Cognição e Artes Musicais. Curitiba: UFPR, 2005.
- MANEVEAU, Guy. Musique et éducation. Aix-en-Provence: Édisud, 2000.
- MENUHIN, Yehudi. La légende du violon. Paris: Flammarion, 1996.
- MICHELS, Ulrich. Atlas de música. Madrid: Alianza, 1996.
- NACHMANOVITCH, Stephen. Ser criativo. São Paulo: Sumus, 1993.
- SALA, Dalton. Ensaios sobre Arte Colonial Luso-brasileira. São Paulo: Landy, 2002.