

Algumas observações sobre a música e as mecânicas em Mersenne

PAULO TADEU DA SILVA

No artigo “Quelques aspects d’une révolution scientifique”, Robert Lenoble, um dos maiores estudiosos da obra de Mersenne, qualifica este último como um dos agentes mais ativos e um dos espíritos mais representativos do pensamento moderno (cf. Lenoble, 1948, p. 53). Lenoble enfatiza a importância de Mersenne para a física, a matemática e a engenharia, lembrando suas contribuições para a acústica, a defesa de que não é possível desenvolver a física sem o auxílio da matemática e algumas de suas antecipações técnicas, como o desenvolvimento do primeiro projeto coerente de um submarino (cf. Lenoble, 1948, p. 53). Evidentemente não se trata de retornar aqui à relevância de Marin Mersenne para o desenvolvimento da ciência moderna e de sua contribuição para o fortalecimento do modelo mecanicista. Entretanto, caberia perguntar em que sentido sua importância vai além do papel de interlocutor incansável da comunidade científica e filosófica do período e de promotor do intercâmbio científico. Tomando como parâmetro, por exemplo, as obras de Descartes e Galileu, dois ícones da filosofia natural do século XVII, certamente não poderíamos comparar seus trabalhos com aqueles desenvolvidos por Mersenne. Contudo, parece-me possível reconhecer no último o desenvolvimento de um programa de investigação claramente voltado para a articulação entre a música, a física, a matemática e as mecânicas.

Tal programa de investigação tem início em 1627, com a publicação do *Tratado da harmonia universal*, sob o pseudônimo de François de Sermes. O livro inaugura um projeto cujos desdobramentos podem ser detectados em obras posteriores, particularmente *Os Prelúdios da harmonia universal* e *As questões harmônicas*, ambas de 1634, e o tratado *Harmonia Universal*, publicado em dois volumes, o primeiro no final de 1636 e o segundo no início de 1637. Além desses textos, é importante ainda fazer referência à *Óptica e a catóptrica*, editada por Gilles Personne de Roberval, e publicada em 1651, três anos após a morte de Mersenne, uma vez que no sumário dos dezesseis livros do *Tratado da harmonia universal* encontramos a indicação de que o terceiro livro será dedicado, entre outras coisas, a tudo aquilo que diz respeito à óptica, à

catóptrica e à dióptrica¹. É ainda por meio desse sumário que podemos perceber que o projeto iniciado em 1627 será desenvolvido em obras posteriores. A correspondência entre os assuntos abordados no mesmo e aqueles presentes principalmente nas obras de 1636/7 e 1651 é flagrante e, decididamente, não deixa qualquer dúvida quanto ao plano de investigação do autor. Isso, entretanto, não é tudo. É precisamente no primeiro livro da obra de 1627 que encontramos um dos aspectos que caracteriza a obra científica de Mersenne, bem como a tríplice qualificação que lhe confere Lenoble.

Trata-se da metáfora apresentada no décimo primeiro teorema do primeiro livro do *Tratado da harmonia universal*, na qual Mersenne afirma que as ciências emprestam algo umas das outras, assim como as partes do universo se ajudam conforme a necessidade (cf. Mersenne, 2003 [1627], p. 74). Esse intercâmbio está presente tanto na obra de 1627, bem como em todas aquelas publicadas posteriormente. Nelas encontramos diversas relações entre a música e as outras ciências, dentre as quais vale ressaltar aquelas existentes entre a música, a física, a matemática e as mecânicas. Se, por um lado, a articulação e a interdependência entre essas ciências apresentam-se como marcas características dos textos publicados entre 1627 e 1637, por outro, ela também depõe em favor da caracterização de Mersenne como físico, matemático e engenheiro. Tomemos alguns bons exemplos disso.

Na exposição de sua teoria sobre a natureza do som, exposta no primeiro livro da *Harmonia universal*, encontramos uma abordagem física do som. A teoria da vibração das cordas, presente do terceiro livro da mesma obra, contém por sua vez uma abordagem físico-matemática das cordas vibrantes intimamente relacionada com elementos provenientes das mecânicas. Finalmente, os livros sobre os instrumentos musicais, também presentes na obra de 1637, pressupõe uma série de conhecimentos concernentes à física e às mecânicas.

Ainda com respeito à relação entre a música, a física e as mecânicas,

¹ Quanto ao texto publicado em 1651 cabem algumas considerações. De acordo com Hilarion de La Coste, antes de sua morte Mersenne confere a Roberval a tarefa de fazer imprimir seus tratados sobre a óptica e a catóptrica, inserindo-os após os livros de óptica de Jean-François Nicéron (cf. Lenoble, 1957, p. 235). Em seu artigo “Roberval ‘editeur’ de Mersenne et du P. Nicéron”, Lenoble sustenta que o texto então publicado não corresponde exatamente aos manuscritos deixados por Mersenne e por seu ex-aluno, Nicéron, morto em 22 de setembro de 1646. De acordo com Lenoble, o trabalho de edição de Roberval consistiu, na verdade, na ampliação e melhoramento dos escritos de Mersenne e Nicéron. A partir da análise do estilo presente em algumas passagens do texto, Lenoble demonstra que as mesmas não teriam sido escritas por Mersenne, cujo estilo distancia-se bastante da clareza tão própria de Roberval e, por outro lado, contém raciocínios geométricos que ultrapassam aquilo que o jovem Nicéron poderia ter produzido. Não obstante, lembra Lenoble, isso não pode ser tomado como uma traição de Roberval, pois certamente Mersenne aprovaria os acréscimos feitos por seu editor. De fato, é por meio da intervenção de Roberval que os dois textos ganham maior qualidade.

encontramos na obra de 1627 algumas declarações que antecipam aquilo que será posteriormente desenvolvido. No segundo teorema do primeiro livro, ao sustentar que a música que irá tratar é subalterna à aritmética, à geometria e à física, Mersenne diz, com relação a esta última, o seguinte:

Eu acrescento apenas *que ela* [a física] *considera a natureza dos corpos, e suas propriedades*, por que a construção de instrumentos de Música pertence ao Músico, o qual deve conhecer a madeira e as outras matérias que servem para fazer os instrumentos de Música, tais como as peles, os intestinos e os metais com os quais se faz os órgãos, os alaúdes, as violas, as cítaras, as harpas, as flautas, os trompetes, os oboés, e os outros instrumentos, se ele quiser ser um Músico perfeito, de outro modo ele não terá o prazer nem a honra que pode receber desse conhecimento, e será privado da grande utilidade que ele poderia lhe emprestar (Mersenne, 2003 [1627], p. 42).

Mais adiante, já no segundo livro do *Tratado*, encontramos dois pronunciamentos igualmente significativos. O primeiro comparece no terceiro teorema daquele livro e o segundo no décimo primeiro teorema.

Eu deixo várias outras coisas que se poderia aqui relacionar com as máquinas hidráulicas, que produzem concertos muito agradáveis com a água misturada com os sons, pois tratarei disso no livro da Música Instrumental (Mersenne, 2003 [1627], p. 324).

Eu gostaria de explicar amplamente essas razões, para que os Músicos entendam a Isorropica (*isorropique*), e as forças moventes, que lhes podem servir para fazer máquinas que produzirão a Música que se queira sem que as toquemos, e para que eles encontrem os sons dos quais é preciso servir-se para fazer vibrar a terra, os Planetas, as Estrelas, ou os outros corpos do universo (Mersenne, 2003 [1627], p. 377)

A ênfase presente em tais passagens com respeito à relação entre a música e o funcionamento das máquinas simples, objeto específico das mecânicas, certamente não deve ser tomada como algo acidental e sem maiores consequências. De fato, ela aponta justamente para uma característica que será central no desenvolvimento da acústica de Mersenne, em especial naquilo que diz respeito à teoria da vibração das cordas e à construção dos instrumentos musicais. Quanto à relação entre música e física, como foi indicado anteriormente, ela será fundamental para o desenvolvimento da teoria sobre a natureza do som. Mas não apenas aí, pois, como atesta a passagem do segundo teorema do primeiro livro, a física tem importância vital também para a construção dos

instrumentos. É por meio daquilo que tais ciências emprestam à música que Mersenne pretende levar a última ao mesmo nível de desenvolvimento de outras ciências, o que nos faz lembrar o diagnóstico apresentado pelo autor no prefácio ao leitor, que antecede o sumário dos dezesseis livros da música. É nesse momento que ele expressa sua insatisfação ao notar que a ciência da música permaneceu imperfeita até aquele momento e, diferentemente de outras, encontra-se abandonada.

De acordo com Cláudio Buccolini, editor e revisor do texto publicado pela editora Fayard, Mersenne renunciou ao projeto inicial presente no *Tratado*. As questões de natureza filosófica e metafísica não aparecem no texto de 1636/7. Contudo, ainda que Buccolini esteja correto quanto a essa ausência, parece-me que não podemos deixar de reconhecer que o plano geral de investigação está claramente presente tanto no texto de 1636/7, quanto em seu último trabalho, publicado postumamente, em 1651. Contudo, é evidente que nem tudo aquilo que foi desenvolvido nessas obras estava inteiramente claro para Mersenne em 1627. É importante notar também que seu vínculo com o modelo mecanicista, nesse momento, é confuso e oscilante. Entretanto, parece-me que tal modelo (ainda que em um estágio germinal) já se faz presente na obra de 1627, o que talvez nos obrigue a reavaliar a afirmação de Lenoble, segundo a qual o ano de 1634 deve ser tomado como um divisor de águas no pensamento de Mersenne, pois é nesse momento que ele abraça o modelo mecanicista (cf. Lenoble, 1943). Com isso quero dizer que o modelo mecanicista, ao menos em Mersenne, está associado não somente à possibilidade de tratar os fenômenos naturais sob uma perspectiva físico-matemática, reduzindo a natureza a dois componentes fundamentais (extensão e movimento), mas também à possibilidade de entender e explicar tais fenômenos pela analogia com o funcionamento das máquinas simples.

Tais observações estão apoiadas justamente no papel que as mecânicas desempenham na ciência musical proposta por Mersenne em 1627. De fato, é pela utilização de elementos concernentes às mecânicas que podemos compreender: (1) a possibilidade de tratamento mecânico dos sons e daquilo que os produz; (2) a inserção do tratado de mecânica, escrito por Roberval, ao final do terceiro livro da *Harmonia universal*² e (3) o significado e a importância das definições, axiomas e proposições da

² Embora o tratado de mecânica seja de autoria de Roberval, tal inserção está relacionada com a obra de 1627, pois é nesta última, mais precisamente no décimo teorema do segundo livro, que o autor diz que determinadas dificuldades relacionadas com a Estática dependem do Tratado das Mecânicas, que será apresentado no quarto livro. Todavia, o texto de 1627 não contém tal livro. Embora Mersenne apresente o sumário dos dezesseis livros que deveriam compor o *Tratado da harmonia universal*, a obra contém

mecânica de Roberval para a teoria da vibração das cordas.

Tendo em vista os objetivos da presente exposição e, além disso, a advertência que Mersenne apresenta no índice do primeiro livro do *Tratado da harmonia universal*, a saber, que por meio dele (ou seja, do índice) o leitor terá uma ideia geral de tudo que será tratado e, assim, poderá escolher os assuntos que desejar, discuto a seguir alguns aspectos diretamente relacionados com o intercâmbio entre a música e as mecânicas.

Um dos primeiros aspectos que merece atenção diz respeito à segunda parte do primeiro teorema do livro I, na qual Mersenne sustenta que a música é uma ciência, uma vez que está fundamentada em seus próprios princípios e possui demonstrações verdadeiras (cf. Mersenne, 2003 [1627], p. 39). Esses princípios são brevemente apresentados pelo autor. Em linhas gerais, Mersenne define dez conceitos fundamentais dessa ciência: grave e agudo, som agudo, tensão e relaxamento, intervalo, consonância, dissonância, uníssono, eco, corpo ressonante e linha harmônica (cf. Mersenne, 2003 [1627], p. 39). Dentre tais conceitos, é preciso chamar atenção para os quatro primeiros, não só porque estão diretamente relacionados, mas principalmente porque é a partir deles que podemos compreender a relação entre a música e as mecânicas. Os dois primeiros princípios estabelecem a diferença entre os sons (isto é, entre o grave e o agudo), mostrando que o som agudo se dá pela tensão e o grave pelo relaxamento. Conversamente, o relaxamento é definido como o movimento do som agudo para o grave e a tensão o movimento do som grave para o agudo. O quarto princípio nomeia a diferença entre os dois tipos de som: o intervalo.

Ora, é com base nesses princípios que Mersenne apresenta uma das principais leis de sua acústica: “Há a mesma razão do som ao som que há do movimento do ar ao movimento do ar, por consequência há a mesma razão do som ao som que há da corda à corda considerada em seu comprimento [...] (Mersenne, 2003 [1627], p. 40). A relação aqui apresentada será retomada em dois momentos da *Harmonia universal*, contudo, sob uma formulação mais simples e elegante. Na sexta proposição do primeiro livro da *Harmonia universal*, encontramos o primeiro desses momentos: “Os sons têm a mesma razão entre si que os movimentos do ar pelos quais eles são produzidos”(Mersenne, 1975 [1636/7], p. 11). O segundo deles comparece na primeira proposição do terceiro livro: “A razão do número de vibrações de todos os tipos de cordas é inversa ao seu

apenas dois livros. Além disso, não há na obra de 1634 a inserção desse tratado, mas a tradução para a língua francesa das *Mecânicas*, de Galileu Galilei. Assim, é possível afirmar que os textos de Galileu e Roberval tomam o lugar do tratado anunciado em 1627.

comprimento.”(Mersenne, 1975 [1636/7], p. 157)³.

Como vimos, Mersenne confere à música o estatuto de ciência uma vez que ela possui princípios e demonstrações verdadeiras. Essa caracterização da música está, por sua vez, relacionada com as virtudes intelectuais aristotélicas, às quais o Mínimo refere-se no terceiro teorema do primeiro livro. Dentre as cinco virtudes presentes em Aristóteles, de acordo com a interpretação de Mersenne, duas delas estão diretamente relacionadas com a caracterização aqui discutida: o uso de princípios e a ciência. A primeira delas é compreendida como o conhecimento dos termos que são conhecidos apenas pela luz natural. A segunda, diz ele: “[...] retira seu conhecimento das causas próximas e imediatas quando ela é perfeita, ou de qualquer outro meio que se lhe relaciona necessariamente, quando ela é imperfeita [...]” (Mersenne, 2003 [1627], p. 45). Ora, os conceitos definidos por Mersenne estão diretamente relacionados com o uso de princípios. Contudo, e o conhecimento das causas próximas e imediatas? Segundo o comentário que segue à indicação das cinco virtudes intelectuais, para Mersenne não há dúvida de que a música deve ser tomada como uma ciência no sentido em que se entende esta última. A meu ver, a saída é simples: no caso da música as causas são retiradas da matemática, da física e das mecânicas. Tomando estas últimas como exemplo, podemos notar que a lei sobre a relação entre o som e o movimento de uma corda, enunciada em 1627 e, posteriormente, em 1636, possui uma clara relação com os efeitos que os pesos, as potências ou as forças têm sobre uma corda, o que será investigado no âmbito das mecânicas. Desse modo, não será mera coincidência lembrar aqui a passagem na qual o autor afirma que as ciências emprestam algo umas das outras. Nesse caso, a música empresta das mecânicas os elementos que lhe permitem explicar o movimento realizado por uma corda quando submetida a um determinado peso, potência ou força. Como Mersenne afirma no quinto teorema do primeiro livro, as mecânicas “fornecem as cordas e os instrumentos ao Músico; mas nós veremos mais amplamente e mais claramente na continuidade do discurso, quanto essas artes e ciências são necessárias à perfeição da Música.” (Mersenne, 2003 [1627], p. 51-2).

O nono e décimo teoremas do segundo livro são justamente dedicados às relações entre a geometria, as mecânicas e a música. O nono teorema discute a relação entre a primeira e a terceira ciências, o décimo faz a aproximação entre as mecânicas e a

³ Como justifico em outro artigo, optei por traduzir o termo *retours* por *vibrações* uma vez que a ideia em jogo é justamente essa, ou seja, Mersenne está levando em conta o movimento de ida e volta de uma corda quando a mesma é movida (cf. Silva, 2007, p. 89).

música. Tomemos, por ora, o décimo teorema, cujo enunciado é o seguinte:

Há a mesma razão da diferença dos sons para a diferença das cordas consideradas em seu comprimento, que há da diferença dos pesos para a diferença de seu distanciamento em relação ao centro da balança, ou da alavanca, que os gregos denominam Hypomoclio; por consequência os sons podem ser comparados aos pesos, à Estática, à Isorropica, e às forças moventes. (Mersenne, 2003 [1627], p. 368)

Evidentemente o enunciado do teorema indica a simetria de relações em duas situações aparentemente distintas, uma vez que se considera, no primeiro caso, a relação entre som e tamanho de uma corda e, no segundo, a relação entre peso e distanciamento do centro de uma balança. Tal simetria gerará frutos de grande importância em 1636, quando, na décima quarta proposição do terceiro livro da *Harmonia universal*, Mersenne estabelece que: “Podemos saber o comprimento das cordas, e a diferença de seus sons, pela diferença dos pesos suspensos às ditas cordas, e a diferença dos pesos que estão suspensos às cordas, pela diferença dos sons, e pelo comprimento das cordas” (Mersenne, 1975 [1636], p. 184). O alcance de tais resultados, por outro lado, está em franca consonância com a aproximação que Mersenne estabelece entre a música e as mecânicas. De fato, essa aproximação pode ser notada tanto na obra de 1627 quanto naquela publicada em 1636. No primeiro caso, ela se faz notar no décimo teorema do segundo livro do *Tratado da harmonia universal*. No segundo, é exatamente essa aproximação que justifica a inclusão do tratado de mecânica de Roberval ao final do terceiro livro da *Harmonia universal*.

Ainda que no *Tratado da harmonia universal* Mersenne não alcance os resultados obtidos em 1636, é certo que nessa obra ele já antecipa a relação entre cordas de diferentes comprimentos não somente com os sons resultantes, mas com o movimento que elas produzem (cf. Mersenne, 2003 [1627], p. 370). Mais do que isso, é certo que o décimo teorema do segundo livro tem como uma de seus focos centrais a analogia entre situações mecânicas e relações acústicas, o que demonstra mais uma vez a preocupação de Mersenne em estabelecer o intercâmbio entre essas duas ciências. Tal característica é consistente com a natureza do texto e seu lugar no programa de investigação que afirmo ter início em 1627. Talvez esse caráter preliminar e analógico do *Tratado* permita compreender, afinal de contas, por que Mersenne afirma no último parágrafo do décimo teorema do segundo livro o seguinte:

Ora, ainda que não encontremos ponto de equilíbrio entre os sons, ou as

cordas, segundo os diversos pesos que são fixados às cordas, todavia, se nós tensionamos duas cordas iguais em todos os aspectos sobre dois cavaletes, e que uma seja puxada por um peso de quatro libras sobre o lado oblíquo de um triângulo, tal qual é ABC, e que a outra seja puxada perpendicularmente por um peso de duas libras, essas duas cordas produzirão o Uníssonos que nós podemos chamar de *o Equilíbrio dos Sons*; pois se seus sons pudessem ser pesados, eles estariam em equilíbrio, o que se pode confirmar pelo igual peso das cordas que produzem o Uníssonos. (Mersenne, 2003 [1627], p. 372-3)

Ora, ao afirmar que o uníssonos pode ser denominado de *o equilíbrio dos sons*, Mersenne leva em conta algumas demonstrações presentes na primeira parte do décimo teorema do segundo livro, a qual é inteiramente dedicada ao estabelecimento da simetria em situações presentes na Estática e na Acústica. No primeiro caso, tomando uma balança hipotética, ele demonstra que a relação entre as distâncias dos braços ao centro e dos pesos a eles associados segue sempre uma lei geral que permite dar conta de seu estado de equilíbrio. Tomando a balança AC (figura 1), com centro em B, Mersenne mostra que os pesos associados às extremidades A e C seguem sempre a razão inversa das distâncias. Assim, se a distância AB é o dobro da distância CB, o peso associado ao ponto C deve ser o dobro daquele fixado em A. Se passamos da Estática para a Acústica, encontramos algo análogo, pois, como lembra Mersenne, considerando cordas de mesma espessura e matéria, as quais estão na razão de 2 para 1, é preciso que seus pesos obedeçam essa mesma relação a fim de que o som produzido por ela esteja em equilíbrio, isto é, em uníssonos. Nesse caso, à corda mais longa deveremos aplicar o dobro do peso associado àquela mais curta. Evidentemente nos dois casos considerados, a simetria está diretamente associada às razões que caracterizam as relações entre distância e peso, no caso das balanças, e comprimento e peso, no caso das cordas vibrantes. Contudo, a aplicação dos pesos não ocorre nas duas situações da mesma forma, pois no caso das balanças, à distância maior aplica-se um peso menor e, no caso das cordas, ao comprimento maior aplica-se um peso menor. Isso, todavia, não compromete a noção de equilíbrio que comparece na passagem acima referida.

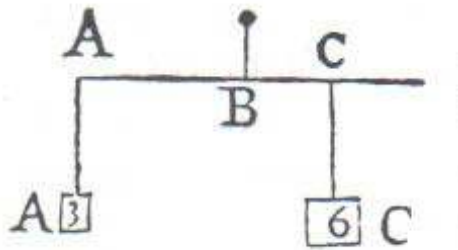


Figura 1

Acredito que os aspectos sumariamente discutidos indicam que o texto de 1627 inaugura um programa de investigação no qual a música e as mecânicas mantêm um vínculo fundamental. Conforme apontado anteriormente, essa relação será importantíssima não apenas para o desenvolvimento da teoria da vibração das cordas, mas igualmente para a explicação do funcionamento e da construção dos instrumentos musicais, o que só encontraremos no texto de 1636/7. Entendidos como máquinas⁴, parece que não haveria outra forma de explicar seu funcionamento senão pelo apelo àquela parte do conhecimento científico diretamente preocupado com o funcionamento das máquinas simples. Tal como qualquer outra estrutura mecânica (tal como a balança e a alavanca, por exemplo), os instrumentos musicais também obedecem às mesmas regras gerais naquilo que diz respeito às relações entre forças, pesos e efeitos resultantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HUMBERT, P. Mersenne et les astronomes de son temps. *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications*, 2, 1, p. 29-32, 1948.

LENOBLE, R. Quelques aspects d'une révolution scientifique. *Revue d'histoire des*

⁴ Nesse contexto há dois aspectos aos quais é preciso chamar a atenção, tendo em vista a concepção dos instrumentos musicais como máquinas, bem como a íntima relação entre a música e as mecânicas. O primeiro deles diz respeito à carta que antecede o primeiro livro dos instrumentos da *Harmonia Universal*, endereçada a Henry de Refuge (a quem, segundo Humbert, Mersenne dedica aquela obra), na qual encontramos uma clara referência sobre a relação aqui indicada. O segundo aspecto diz respeito à carta enviada a Pascal, que precede o sexto livro dos instrumentos, na qual Mersenne caracteriza o órgão como “uma das mais admiráveis máquinas pneumáticas já inventadas”.

- sciences et leurs applications*, 2, 1, p. 53-79, 1948.
- LENOBLE, R. Roberval “editeur” de Mersenne et du P. Nicéron. *Revue d'histoire des sciences et leurs applications*, 10, 3, p. 235-254, 1957.
- MERSENNE, M. *Traité de l'harmonie universelle*. Paris: Fayard, 2003 [1627].
- MERSENNE, M. *Harmonie universelle*. Paris: CNRS, 1975 [1636/7].
- LENOBLE, R. *Mersenne ou la naissance du mécanisme*. Paris: J. Vrin, 1943.
- SILVA, P. T. da. A harmonia mecanicista de Mersenne. *Discurso*, 37, p. 75-101, 2007.