

A física da matéria viva: algumas discussões sobre a teoria da força vital e o mecanicismo físico-químico no século XIX

Rodrigo de Oliveira Andrade*
Ana Maria Alfonso-Goldfarb*
Silva Waisse*

Resumo

Este artigo trata das discussões sobre duas das principais doutrinas científicas usadas ao longo do século XIX na Europa no estudo dos fenômenos da vida: a teoria da força vital e o mecanicismo físico-químico. O objetivo é tentar compreender, à luz dos escritos de autores modernos e contemporâneos, como se deram os debates acerca dessas correntes de interpretação entre os estudiosos europeus daquela época — sobretudo os alemães —, e como esse processo ajudou a abrir caminho para o estabelecimento de um consenso científico sobre a noção de que os fenômenos orgânicos poderiam ser explicados com base nas mesmas leis usadas para descrever os materiais inorgânicos. O debate e os conhecimentos produzidos a partir dessas discussões teriam sido fundamentais para uma mudança mais ampla nas abordagens usadas nos estudos da ciência do vivo no mundo, e também no Brasil.

Palavras-chave

Vitalismo; mecanicismo físico-químico; Alemanha; Brasil

* Programa de Estudos Pós-graduados em História da Ciência da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), Brasil. ✉ rodrigo.oliandrade@gmail.com.

* Centro Simão Mathias de Estudos em História da Ciência Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), Brasil. ✉ aagold@dialdata.com.br.

* Centro Simão Mathias de Estudos em História da Ciência Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), Brasil. ✉ silviawaisse15@gmail.com.

Introdução

A discussão sobre por que alguns objetos da natureza são inanimados enquanto outros são vivos, bem como quais seriam as características especiais dos organismos vivos, por muito tempo ocupou o pensamento dos antigos. Várias correntes de interpretação se apresentaram ao longo dos séculos para tentar explicar o que é a vida — ou o que há nos organismos que lhes permite ter vida. Este artigo foca em duas dessas correntes, formuladas por estudiosos europeus a partir da segunda metade do século XVIII, e no modo como elas foram tratadas por autores modernos e contemporâneos. Uma delas é a teoria da *força vital*. Sua definição mais ampla teria surgido para alcinhar uma posição no campo das ciências da vida que atribuía as especificidades dos processos vivos a uma entidade *sui generis* situada entre o corpo e a alma.¹ Para os adeptos dessa corrente, os fenômenos da vida não seriam compatíveis com as ciências do inanimado, ou da matéria bruta.² A vida, para alguns desses estudiosos do século XVIII, seria regida por uma força ou energia interna, a *vis insita*, supostamente irreduzível e particular aos seres animados.³

Essa abordagem se apresentou com notável visibilidade entre os estudiosos das ciências da vida na Europa a partir da segunda metade do século XVIII. Um deles seria o estudioso suíço Albrecht von Haller (1708-1777), que, em 1757, publicou *Elementa physiologiae corporis humani*.⁴ Em sua obra, Haller define a fisiologia como a “ciência do movimento nos corpos vivos”, sendo seu principal objetivo “explicar os movimentos internos do corpo animal, as funções dos órgãos, as mudanças dos fluidos e as forças pelas quais a vida é sustentada”.⁵ As ideias por ele apresentadas contribuiriam para que a questão da matéria e das forças que a movimentavam passasse a figurar no centro das preocupações dos fisiologistas da época.

Um ponto importante da obra de Haller que merece ser destacado diz respeito ao fato de o suíço ter sido um dos estudiosos que, no século XVIII, começaram a se preocupar em tentar endossar a aplicação das leis mecânicas nos fenômenos vivos, ao descrever as propriedades inerentes à fibra viva e inexistentes na matéria bruta.⁶ As ideias propostas por ele estariam associadas às leis newtonianas, com as quais o fisiologista parecia ter familiaridade — tal como elas eram compreendidas àquela época.⁷ Em *Elementa physiologiae*, Haller procura transpor as ideias de Isaac Newton (1643-1727), concebidas para explicar a mecânica celeste, para o movimento no campo da natureza orgânica, fato que ajudou a transformá-lo em uma referência para vários fisiologistas europeus daquele período.

Em seus escritos, Haller apresenta-se como um mecanicista no âmbito de sua perspectiva fisiológica, sem, no entanto, ser totalmente determinista no modo como enxergava os processos vivos. De modo que, para ele, ainda que os fenômenos da vida respeitassem

¹ Silvia Waisse-Priven. *d&D: duplo Dilema: du Bois-Reymond e Driesch, ou a vitalidade do Vitalismo* (São Paulo: Educ, 2009), 32.

² Monica Greco. “On the Vitality of Vitalism.” *Theory, Culture & Society*, nº 20 (2005): 16.

³ Silvia Waisse-Priven. *d&D: duplo Dilema: du Bois-Reymond e Driesch, ou a vitalidade do Vitalismo* (São Paulo: Educ, 2009), 27-28.

⁴ *Ibid.*, 22.

⁵ Haller *apud* Shirley Roe A. *Matter, Life, and Generation: Eighteenth-Century Embryology and the Haller-Wolff Debate* (Cambridge: Cambridge University Press, 1981), 96.

⁶ *Ibid.*, 97.

⁷ *Ibid.*

princípios físicos, as forças singulares à matéria viva, responsáveis pela maneira como os nervos excitavam os músculos, por exemplo, constituíam uma propriedade inerente à própria matéria, tal qual a força da gravidade.⁸ De maneira que Haller propõe, à luz da mecânica celeste de Newton, uma *mecânica animal*, uma mecânica cujas causas seriam indeterminadas. Essa ideia se faz evidente em *De partibus corporis humani sensibilibus et irritabilibus*, o qual apresentou à Sociedade Real de Ciências de Göttingen, na Alemanha, em 1752. A obra se apresenta como uma descrição de experiências sobre irritabilidade e sensibilidade, mas, na verdade, trata-se do resultado de um conjunto de reflexões acerca da natureza do movimento do corpo humano, a qual guardava em si princípios que poderiam ser atribuídos a qualquer ser imbuído de vida.⁹ Uma delas diz respeito ao movimento do coração. Haller argumenta que o órgão seria movido por uma causa desconhecida, que não dependia nem do cérebro nem de qualquer artéria, mas que se esconderia na estrutura íntima do próprio coração.¹⁰

Ao atribuir a causa do movimento do coração à sua própria constituição íntima, Haller estava reconhecendo a origem endógena da contração cardíaca, sugerindo, ao mesmo tempo, a existência de uma propriedade do movimento animal que poderia estar ligada à organização ou constituição da matéria viva. Já ao assinalar que a força de contração do coração se diferenciaria da elasticidade, propriedade da matéria em geral, o estudioso admite a existência de um movimento irredutível à análise das propriedades *físico-químicas* aplicadas à matéria viva.¹¹

Essas ideias contribuíram para que outros autores evocassem uma força exclusiva da matéria viva. Ao mesmo tempo, serviram de base para que outra corrente de interpretação ganhasse força: o *mecanicismo médico*, ou *físico-químico*, segundo o qual os fenômenos que se manifestam no organismo humano seriam todos mecanicamente determinados, podendo, em última análise, serem reduzidos à princípios da física e da química. Ora, se por um lado, as concepções de Haller sobre as forças singulares à matéria viva alimentaram a ideia da existência de uma força, princípio ou faculdade própria dos seres vivos, por outro, promoveram a noção de que estes poderiam ser explicados por meio de princípios físicos e químicos. Os trabalhos de Haller apontam, assim, para a inexistência de um limite nítido, ou antítese pura, entre o que se acabou por chamar de *vitalismo* e *mecanicismo*. Eles também reforçam a noção de que o conceito de *mecanicismo* não se apresentou de modo uniforme ao longo do tempo, mas sob uma variedade de significados, identificando-se ora com a filosofia deísta, ora com a noção de que mesmo o *principio vital* poderia ser explicado em termos físicos e químicos.

Seja como for, é fato que a ideia de *força vital* pairou no imaginário dos estudiosos da segunda metade do século XVIII, ressurgindo com força em 1828, ano em que Johann Friedrich Blumenbach (1752-1840), professor de medicina na Universidade de Göttingen, publicou *The Elements of Physiology*.¹² Em sua obra, Blumenbach afirma que a *força vital* estaria na

⁸ Silvia Waisse-Priven. *d&D: duplo Dilema: du Bois-Reymond e Driesch, ou a vitalidade do Vitalismo* (São Paulo: Educ, 2009), 91-92.

⁹ Marisa Russo. "Irritabilidade e sensibilidade: fisiologia e filosofia de Albrecht von Haller." In *Filosofia e história da ciência no Cone Sul: 3º Encontro*, eds. Roberto de A. Martins, Lilian A. P. Martins, Cibele S. Silva, Juliana M. H. Ferreira (Campinas: Editora Lulu, 2004): 314.

¹⁰ *Ibid.*

¹¹ *Ibid.*

¹² Usou-se neste artigo a quarta edição de *The Elements of Physiology*, publicada em inglês no Reino Unido, em março de 1828. A obra foi traduzida do texto original em latim e complementada com algumas notas pelo médico

base da fisiologia.¹³ Para o estudioso, a ideia de *força vital* não poderia ser reduzida a qualidades meramente físicas, químicas ou matemáticas, as quais, muito embora essenciais à matéria viva, seriam considerados “poderes mortos”.¹⁴ Blumenbach parece ter contribuído de modo decisivo para o estabelecimento de um paralelo entre a gravidade de Newton e a noção de *vitalidade*.¹⁵ De tal sorte que a procura por uma lei geral, ou unificadora, da biologia, equivalente à newtoniana, converteu-se no componente essencial do contexto científico germânico do início do século XIX, no âmbito do qual prosperou a ideia de *força vital*.

Essa concepção acerca dos processos orgânicos começou a ser questionada de forma mais incisiva na Alemanha na década de 1840.¹⁶ O epicentro da crítica à ideia de *força vital* teria se localizado naquilo que os historiadores da ciência mais tarde chamariam de *Grupo de 1847*, do qual faziam parte jovens fisiologistas devotados ao projeto de eliminar qualquer entidade *sui generis* do campo da fisiologia e de explicar todos os processos nos seres vivos por meio de conceitos e métodos das ciências físicas e químicas, a saber, Emil Heinrich du Bois-Reymond, Ernst Wilhelm von Brücke e Hermann von Helmholtz.¹⁷ Esses estudiosos foram todos discípulos do fisiologista alemão Johannes Müller e contribuíram, cada qual a sua maneira, para o projeto de transformar a fisiologia em uma ciência formulada unicamente nos termos da física e da química.¹⁸ No entanto, antes de avançarmos nessa discussão, é preciso resgatar alguns aspectos importantes que compõem esse processo, os quais parecem estar associados ao surgimento dos primeiros laboratórios de pesquisa física na Alemanha. Isso nos ajudará a entender melhor os caminhos percorridos por essa e outras ciências no contexto das reformas educacionais promovidas nos estados germânicos nas primeiras décadas do século XIX, as quais, mais tarde, levaram também ao surgimento do *Grupo de 1847*.

A física e seus laboratórios

Um dos mais importantes laboratórios de física da Alemanha não emergiu na universidade, mas na residência de Heinrich Gustav Magnus (1802-1870).¹⁹ Formado em química, Magnus é mais conhecido por suas contribuições no campo da física.²⁰ Ele se tornou professor titular de física na Universidade de Berlim em 1845. Alguns historiadores da ciência sugerem haver evidências de que o químico não teria sido nem um teórico nem um pensador original.²¹

britânico John Elliotson (1791-1868), membro do Royal College of Physicians e professor de medicina no Hospital St. Thomas.

¹³ Johann F Blumenbach. *The Elements of Physiology* (4ª ed. Londres: A. & R. Spottiswoode, 1828), 27-28.

¹⁴ *Ibid.*

¹⁵ A escola de Göttingen, representada por Blumenbach, diz respeito a apenas um dos *loci* principais para a gênese do *vitalismo* a partir da segunda metade do século XVIII. Há também a escola de Montpellier, na França, e a de Edimburgo, na Escócia. Justamente por isso, o filósofo da ciência François Duchesneau sustenta que não se pode falar em *vitalismo*, mas sim em *vitalismos*, uma vez que a teoria teve formas variadas, conforme diferentes contextos e escolas. Cf. Silvia Waisse-Priven, Ana M Alfonso-Goldfarb, Maria T C Galvão do Amara. “Raízes do vitalismo francês: Bordeu e Barthez, entre Paris e Montpellier.” *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, n° 3 (2011): 638.

¹⁶ Silvia Waisse-Priven. *d&D: duplo Dilema: du Bois-Reymond e Driesch, ou a vitalidade do Vitalismo* (São Paulo: Educ, 2009), 22.

¹⁷ *Ibid.*, 22.

¹⁸ *Ibid.*

¹⁹ *Ibid.*, 131.

²⁰ George B. Kauffman. “Gustav Magnus and his Green Salt.” *Platinum Metal Review*, n° 20 (1976): 22.

²¹ *Ibid.*, 23.

Os objetos de seu trabalho já haviam sido quase todos investigados por outros antes dele.²² Sua predileção e habilidade residiam na precisão do método e no trabalho experimental.²³ Magnus teria sido um experimentador consciencioso e diligente, que produziu muitos dados a partir de experimentos feitos em laboratório.²⁴

A Universidade de Berlim ainda não dispunha dos instrumentos necessários para as pesquisas experimentais à época em que o estudioso se tornou professor, de modo que ele próprio teve de arrumar uma maneira de adquirir esses equipamentos. Recorreu aos recursos que herdara do pai.²⁵ A ideia era amealhar esse material e depois transferi-lo à universidade, que o reembolsaria. Estima-se que Magnus tenha reunido cerca de 400 peças.²⁶ Boa parte desse aparato ficava em sua residência, na Kupfergraben 7, onde criou um laboratório de física em 1840. Magnus é descrito pelos estudiosos modernos como um grande professor, dotado de uma mente cultivada e receptiva, capaz de estimular e motivar seus alunos a empreender seus próprios projetos de pesquisa, permitindo que trabalhassem em seu laboratório domiciliar, podendo eles usar seus equipamentos e até mesmo sua biblioteca particular.²⁷

Mais ou menos na mesma época, outra modalidade didática despontou no horizonte do sistema de ensino alemão: os seminários, ou *colloquiums*, nos quais estudantes e professores se reuniam para apresentar e discutir os trabalhos mais recentes publicados na literatura especializada. Os estudantes também aprendiam a manusear instrumentos básicos de laboratório, além de realizar observações e experimentos no âmbito das ciências naturais. Esse treinamento era majoritariamente focado na ciência experimental, a qual não estava interessada em provar o seu valor para quaisquer objetivos práticos. Seu propósito era mostrar sua superioridade como um método para criar conhecimentos novos e válidos.²⁸

Em 1843, Magnus criou os *Physikalischen Colloquiums*, promovidos semanalmente em sua casa. Um dos desdobramentos desses encontros foi a criação da Sociedade Física de Berlim, em 1845. Sua criação se deu em encontros externos promovidos por alguns membros dos seminários de Magnus — eles se reuniam em paralelo para discutir os assuntos apresentados nos *Physikalischen Colloquiums*. Com a criação da Sociedade Física de Berlim, passaram a se reunir a cada duas semanas para apresentar seus trabalhos e/ou os de outros estudiosos.

Nem todos os membros da Sociedade Física de Berlim eram físicos. Dois deles, Ernst Brücke e du Bois-Reymond, eram fisiologistas, mas estavam bastante interessados em ancorar a fisiologia nos conceitos e métodos da física, de modo a desvincular sua ciência da ideia de *força vital*.²⁹ No final de seu primeiro ano, a sociedade tinha 53 membros, entre eles Hermann von Helmholtz, médico de formação, que enveredou pela física e desde de 1843 desenvolvia trabalhos que culminaram em seu tratado sobre a conservação da força, publicado em 1847. É

²² Ibid.

²³ David Cahan. *Helmholtz: A Life in Science* (Chicago: University of Chicago Press, 2018), 61.

²⁴ Ibid.

²⁵ Jungnickel, Christa & Russell McCormmach. *The Second Physicist: On the History of Theoretical Physics in Germany* (Cham: Springer, 2017), 134.

²⁶ Ibid.

²⁷ Ibid.

²⁸ Joseph Ben-David. *O papel do cientista na sociedade: um estudo comparativo* (São Paulo: Editora Pioneira USP, 1974), 172.

²⁹ Jungnickel, Christa & Russell McCormmach. *The Second Physicist: On the History of Theoretical Physics in Germany* (Cham: Springer, 2017), 135.

razoável afirmar que os encontros promovidos por Magnus contribuíram para a formação tanto de físicos como também de fisiologistas *fisicalistas* e que os trabalhos desenvolvidos por esses estudiosos foram cruciais para o processo de reformulação da visão geral sobre as ciências do vivo, o qual se estendeu pela Europa e além. Para compreendermos como se deu esse processo, discorreremos sobre alguns de seus principais fundamentos.

As curvas dos fenômenos naturais

Parte significativa da educação científica dessa geração de físicos e fisiologistas que pretendia fazer da física o alicerce de toda a ciência natural tinha como base o uso das curvas para capturar a fisionomia de fenômenos aparentemente sem lei da natureza. Pode-se dizer que a introdução do *método das curvas*, a expressão gráfica da função matemática, nas ciências naturais teria resultado de uma confluência de fatores associados ao redescobrimiento da arte renascentista de Albrecht Dürer (1471-1528)³⁰ na Alemanha no início do século XIX; à matemática analítica de Lejeune-Dirichlet; às representações meteorológicas do físico Heinrich Wilhelm Dove (1803-1879); e às investigações físicas de du Bois-Reymond.³¹

A introdução da noção de função matemática nas ciências naturais começou a se delinear a partir do encontro de Lejeune-Dirichlet, Heinrich Dove e do naturalista Alexander von Humboldt, em Paris. Sabemos que Lejeune-Dirichlet estudou na capital francesa entre 1822 e 1826 e que teve como mentor o matemático e físico francês Joseph Fourier (1768-1830). Lejeune-Dirichlet entrou profundamente em contato com as ideias de Fourier, encarregando-se mais tarde de estabelecer a validade das chamadas *séries de Fourier* para uma ampla gama de funções e interesses relevantes para o mundo da física.³² Mais do que isso, as ideias de Lejeune-Dirichlet permitiram que todo um campo da física puramente experimental se tornasse físico-matemático, uma vez que ele postulou, à luz das ideias de Fourier, que uma função matemática não precisava se conformar a fórmulas ou equações, mas podia ser geometricamente definida como qualquer curva livremente desenhada, ao passo que essas curvas podiam ser matematicamente analisadas como *séries de Fourier*.³³

Essas ideias chamaram a atenção de Heinrich Dove e Alexander von Humboldt, à época também em Paris. Seu interesse pelos trabalhos de Lejeune-Dirichlet estava associado ao uso que o naturalista já havia feito das curvas para tentar definir a distribuição das zonas climáticas ao longo da superfície terrestre.³⁴ Já o interesse de Dove pelos trabalhos de Fourier e de Lejeune-Dirichlet estava ligado aos estudos que o físico vinha desenvolvendo no âmbito

³⁰ Não entraremos nos detalhes da aplicação das curvas na obra de Dürer, uma vez que isso excederia o escopo deste artigo. Basta dizer que sua obra serviu como ponto de referência para vários estudiosos, que passaram a se empenhar na descrição geométrica dos fenômenos naturais. Para entender melhor como se deu esse processo, vide M. N. Wise. *Aesthetics, Industry & Science: Hermann von Helmholtz and the Berlin Physical Society* (Chicago: University of Chicago Press, 2018), 151.

³¹ M. N. Wise. *Aesthetics, Industry & Science: Hermann von Helmholtz and the Berlin Physical Society* (Chicago: University of Chicago Press, 2018), 151.

³² *Ibid.*, 170.

³³ Silvia Waisse-Priven. *d&D: duplo Dilema: du Bois-Reymond e Driesch, ou a vitalidade do Vitalismo* (São Paulo: Educ, 2009), 138.

³⁴ M. N. Wise. *Aesthetics, Industry & Science: Hermann von Helmholtz and the Berlin Physical Society* (Chicago: University of Chicago Press, 2018), 178.

dos fenômenos meteorológicos. Lejeune-Dirichlet, Dove e Humboldt voltaram para Berlim em 1828 e contribuíram para a difusão do *método das curvas* e sua aplicação na descrição de fenômenos físicos.³⁵ Isso se deu de várias maneiras. Uma delas envolve a *Repertorium der Physik*, revista científica lançada por Dove em 1837. A publicação pretendia veicular artigos sobre o estado da arte do conhecimento da época em várias áreas da física. Na ocasião, Dove convidou Lejeune-Dirichlet para se juntar ao corpo editorial do periódico como representante do campo da física matemática – ainda que a publicação tivesse como foco trabalhos em física experimental.³⁶ Dirichlet aceitou o convite e, para a primeira edição da revista, preparou um artigo apresentando os resultados de seus trabalhos envolvendo as séries de Fourier.

Uma proposta de eletrofisiologia animal

Os trabalhos empreendidos por esses estudiosos exerceram forte influência sobre du Bois-Reymond, que, a partir de então, passou a se dedicar à incorporação do *método das curvas* na fisiologia animal. Esta, por sua vez, cada vez mais passou a se basear em métodos físico-matemáticos para explicar fenômenos próprios dos organismos vivos.³⁷ De tal modo que du Bois-Reymond parecia convencido de que as leis físicas seriam capazes de explicar as funções da vida, as quais deveriam ser estudadas por meio experiências práticas.³⁸

Du Bois-Reymond cresceu em uma família culta e proeminente de Berlim, descendente de protestantes que deixaram a França em 1685.³⁹ Ele ingressou na faculdade de medicina na Universidade de Berlim em 1838.⁴⁰ Naquele ano, transferiu-se para a Universidade de Bonn, mas, desapontado com o curso, voltou para Berlim um ano depois, quando conheceu Johannes Müller, que se tornou seu mentor. Em 1841, passou a empreender pesquisas baseadas na estimulação elétrica dos nervos e músculos de sapos com o propósito de replicar e ampliar os resultados de estudos recentes empreendidos pelo físico e fisiologista italiano Carlo Matteucci (1811-1868).⁴¹ Os trabalhos de Matteucci haviam resgatado discussões levadas a cabo por estudiosos italianos na década de 1790 envolvendo a possível existência de uma eletricidade inerente aos tecidos nervosos e musculares dos animais. No final do século XVIII, o médico italiano Luigi Galvani (1737-1798) apresentou evidências de que os nervos e músculos de sapos eram eletricamente ativos. No entanto, o físico italiano Alessandro Volta (1745-1827) negou essa possibilidade, argumentando que a eletricidade observada por Galvani havia sido produzida pelos eletrodos de metal usados para detectá-la.⁴²

³⁵ Silvia Waisse-Priven. *d&D: duplo Dilema: du Bois-Reymond e Driesch, ou a vitalidade do Vitalismo* (São Paulo: Educ, 2009), 138.

³⁶ M. N. Wise. *Aesthetics, Industry & Science: Hermann von Helmholtz and the Berlin Physical Society* (Chicago: University of Chicago Press, 2018), 170.

³⁷ Silvia Waisse-Priven. *d&D: duplo Dilema: du Bois-Reymond e Driesch, ou a vitalidade do Vitalismo* (São Paulo: Educ, 2009), 138-140.

³⁸ Laura Otis. *Müller's Lab* (Oxford: Oxford University Press, 2007), 76.

³⁹ *Ibid.*, 78.

⁴⁰ *Ibid.*, 80.

⁴¹ M. N. Wise. *Aesthetics, Industry & Science: Hermann von Helmholtz and the Berlin Physical Society* (Chicago: University of Chicago Press, 2018), 181.

⁴² Laura Otis. *Müller's Lab* (Oxford: Oxford University Press, 2007), 84.

Du Bois-Reymond passou a dedicar grande parte de seu tempo à elaboração de experimentos capazes de replicar os resultados de Matteucci. O projeto se transformou no empreendimento de sua vida; du Bois-Reymond dedicou-se com assaz afinco à eletricidade animal pelas cinco décadas seguintes, ao longo das quais publicou uma série de volumes sobre o assunto, todos sob o título *Untersuchungen über thierische Electricität*. Em suas pesquisas, o fisiologista operava músculos e nervos extirpados de sapos, procurando representar graficamente seus resultados, quase sempre por meio do *método das curvas*. Esses trabalhos permitiram a du Bois-Reymond marcar sua oposição à fisiologia vitalista de seu mestre Müller.

A posição de Müller sobre a singularidade da vida ajudou a reforçar as críticas feitas ao longo dos anos 1840 ao argumento teleológico relacionado à causa fundamental dos fenômenos orgânicos. Ironicamente, essa posição foi questionada justamente pela primeira geração de seus discípulos, entre eles du Bois-Reymond e Herman von Helmholtz — essa crítica resultaria, mais tarde, na exclusão da *força vital* do campo das ciências da vida. Enquanto alguns dos alunos de Müller pareciam ter aceitado suas abordagens, aperfeiçoando-as ou as expandindo, Helmholtz e du Bois-Reymond, ao lado de outros estudiosos daquela época, “rebelaram-se” contra seu mestre, colocando-se em oposição à sua fisiologia vitalista.⁴³

No caso de du Bois-Reymond, conforme dito anteriormente, esse processo teria começado em 1841, a partir do momento em que ele lançou mão de suas pesquisas envolvendo a estimulação elétrica de nervos e músculos de sapos e se engajou na organização de um grupo de jovens estudiosos que, como ele, apoiavam a experimentação ativa e se opunham à noção de *força vital*.⁴⁴ Esse grupo seria o mesmo a frequentar o laboratório particular de Gustav Magnus e a fundar, mais tarde, a Sociedade Física de Berlim. O resultado desse processo de transição envolvendo as concepções científicas de du Bois-Reymond tornou-se público em 1848, com a publicação do primeiro volume de *Untersuchungen über thierische Electricität*, o qual dedicou ao antigo mestre.⁴⁵ Logo nas primeiras páginas, ele estabelece que a fisiologia deveria afigurar-se como uma mecânica analítica de todos os fenômenos nos seres vivos.⁴⁶

Du Bois-Reymond considerava que, em última análise, todo movimento poderia ser reduzido a um movimento retilíneo entre duas partículas de matéria, as quais se atrairiam e se repeliriam, de modo que o *mecanicismo físico-químico* daria conta de explicar todos os fenômenos do mundo orgânico.⁴⁷ Du Bois-Reymond trabalhou com Müller entre 1840 e 1858, e escreveu a biografia de seu mentor após a sua morte, em março de 1858.⁴⁸ Ao descrever os trabalhos de Müller, aproveitou para promover suas próprias visões científicas, ao passo que descreve seu mentor como um estudioso que havia inspirado seus alunos a empreender a fisiologia experimental — muito embora tenha falhado em praticá-la, perdendo-se em especulações inúteis sobre como a força da vida se realizava em um grande plano.⁴⁹

⁴³ Timothy Lenoir. “Revolution from above: the role of State in creating the German research system, 1810-1910.” *The American Economic Review*, n° 88 (1998): 195.

⁴⁴ Laura Otis. *Müller's Lab* (Oxford: Oxford University Press, 2007), 111.

⁴⁵ Silvia Waisse-Priven. *d&D: duplo Dilema: du Bois-Reymond e Driesch, ou a vitalidade do Vitalismo* (São Paulo: Educ, 2009), 119.

⁴⁶ *Ibid.*, 119-20.

⁴⁷ *Ibid.*, 120.

⁴⁸ Laura Otis. *Müller's Lab* (Oxford: Oxford University Press, 2007), 76.

⁴⁹ *Ibid.*

Em 1841, du Bois-Reymond passou a desenvolver experimentos sobre a eletricidade animal, por sugestão de Müller.⁵⁰ Esses trabalhos lhe forneciam uma maneira de demonstrar sua principal convicção científica, a de que nenhuma força externa, ou mesmo uma *vis insita*, operava os organismos vivos, e que os fenômenos orgânicos poderiam ser explicados todos de acordo com as mesmas leis físicas usadas para descrever os materiais inorgânicos.⁵¹

As contribuições de Helmholtz

Outro personagem que, como du Bois-Reymond, empenhou-se em fazer da física a base da ciência natural foi o médico Herman von Helmholtz, que ingressou no círculo de estudiosos que formavam a Sociedade Física de Berlim em 1845, após retornar de Potsdam, nos arredores da capital alemã, onde prestou serviço militar. Ele voltou para se preparar para seus exames finais para obtenção de sua licença para o exercício da medicina.⁵² Em dezembro daquele ano, iniciou alguns experimentos no laboratório de Gustav Magnus, onde conheceu du Bois-Reymond e Ernst Brücke. Os dois logo se tornaram o ponto de referência inicial de Helmholtz em relação à análise física de processos fisiológicos.⁵³

Helmholtz demonstrou interesse pela física desde cedo, além de notável facilidade em lidar com geometria. No entanto, dada a limitação financeira de sua família, foi exortado pelo pai a seguir a carreira médica. Ele ingressou no Instituto de Medicina e Cirurgia Friedrich-Wilhelm de Berlim, também conhecido como Pèpinière, em 1838.⁵⁴ Foi nessa época que conheceu Müller. É importante destacar que, àquela época, muitas das aulas tomadas pelos estudantes de medicina da Pèpinière eram praticamente as mesmas frequentadas pelos estudantes de medicina da Universidade de Berlim.⁵⁵ Helmholtz nunca estudou naquela universidade e também nunca foi oficialmente aluno de Müller.⁵⁶ No entanto, frequentou várias de suas palestras, nas quais Müller discutia a anatomia à luz da fisiologia.⁵⁷

A literatura crítica sobre Helmholtz indica que ele se tornou um grande admirador das ideias de Müller e que este o incentivou a empreender seus próprios estudos no campo da fisiologia, a ponto de orientá-lo em sua tese de doutorado em 1841.⁵⁸ Mas, em agosto daquele ano, Helmholtz foi acometido pelo tifo e teve de passar cerca de cinco semanas no hospital. Sendo estudante do Pèpinière, pôde se tratar na Charité, o hospital universitário de Berlim. Com o dinheiro que conseguiu economizar no período em que esteve internado, comprou um microscópio, o qual, mais tarde, permitiu-lhe reconhecer e estudar processos nervosos

⁵⁰ Ibid., 77.

⁵¹ Ibid., 117.

⁵² M. N. Wise. *Aesthetics, Industry & Science: Hermann von Helmholtz and the Berlin Physical Society* (Chicago: University of Chicago Press, 2018), 244.

⁵³ Ibid., 245.

⁵⁴ Osvaldo M. Souza Filho. "A física de Helmholtz e suas bases filosóficas." *Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência*, nº 13 (1995): 55.

⁵⁵ Laura Otis. *Müller's Lab* (Oxford: Oxford University Press, 2007), 113.

⁵⁶ Silvia Waisse-Priven. *d&D: duplo Dilema: du Bois-Reymond e Driesch, ou a vitalidade do Vitalismo* (São Paulo: Educ, 2009), 145.

⁵⁷ Laura Otis. *Müller's Lab* (Oxford: Oxford University Press, 2007), 113.

⁵⁸ Silvia Waisse-Priven. *d&D: duplo Dilema: du Bois-Reymond e Driesch, ou a vitalidade do Vitalismo* (São Paulo: Educ, 2009), 145.

envolvendo as células ganglionares em animais invertebrados e avançar em suas pesquisas sobre fermentação e putrefação à luz de um tipo de bactéria chamada vibrião.⁵⁹

Não parece haver consenso entre os historiadores da ciência sobre os fatores que levaram Helmholtz a se interessar pela questão da *força vital*. Sabe-se que ele admirava o conhecimento anatômico de Müller, mas que, com o tempo, passou a considerar os estudos das formas anatômicas dos animais, por si só, uma perda de tempo.⁶⁰ Como du Bois-Reymond, Helmholtz acompanhava de perto os trabalhos do fisiologista alemão Theodor Schwann (1810-1882) sobre fermentação, de sorte que, após o doutorado, optou por iniciar suas pesquisas na esteira dos estudos deste.⁶¹ Helmholtz também não considerava os processos na base da vida como dependentes de uma *força vital*, ou de um modo único de organização.⁶²

Foi mais ou menos nessa época que passou a se interessar pela origem do calor animal, a qual, segundo ele, também poderia ser explicada por processos físicos e químicos. Helmholtz colaborou intensamente com du Bois-Reymond, sobretudo no desenvolvimento de projetos de equipamentos que pudessem ser usados nesses estudos.⁶³ Foi enquanto trabalhavam na concepção desses instrumentos para estudar o calor fisiológico que desenvolveu e apresentou a teoria pela qual é mais conhecido: a *Über die Erhaltung der Kraft*. Na introdução de sua obra, Helmholtz define que o principal objetivo da ciência natural era buscar por leis sob as quais os fenômenos individuais da natureza poderiam ser subsumidos, de acordo com regras gerais, e a partir das quais pudessem ser novamente determinados.⁶⁴ Em seguida, por meio de rigorosa formulação matemática, demonstrou que a energia cinética que “transpirava” dos músculos em movimento nunca se perdia, sendo conservada na forma de energia potencial. Esta poderia ser convertida em energia térmica.⁶⁵ Com isso, Helmholtz pretendia eliminar qualquer ideia de *força vital* relacionada à produção de energia.

Considerações finais: desdobramentos para além da Alemanha

Tanto os trabalhos Helmholtz quanto os de du Bois-Reymond e de outros estudiosos contribuíram para que o *vitalismo* passasse a ser rejeitado por parte significativa dos fisiologistas a partir das últimas décadas do século XIX. É seguro dizer que no início do século XX, cada vez mais médicos, fisiologistas, físicos, químicos e biólogos deixaram de lado a ideia de uma força ou princípio singulares agindo por trás dos fenômenos da vida, apegando-se ao *mecanicismo físico-químico* para explicar esses processos — isso não significa que essa corrente

⁵⁹ Laura Otis. *Müller's Lab* (Oxford: Oxford University Press, 2007), 114.

⁶⁰ *Ibid.*, 117.

⁶¹ *Ibid.*

⁶² Timothy Lenoir. “Revolution from above: the role of State in creating the German research system, 1810-1910.” *The American Economic Review*, nº 88 (1998): 199.

⁶³ Laura Otis. *Müller's Lab* (Oxford: Oxford University Press, 2007), 118.

⁶⁴ Silvia Waisse-Priven. *d&D: duplo Dilema: du Bois-Reymond e Driesch, ou a vitalidade do Vitalismo* (São Paulo: Educ, 2009), 147.

⁶⁵ Jungnickel, Christa & Russell McCormmach. *The Second Physicist: On the History of Theoretical Physics in Germany* (Cham: Springer, 2017), 182.

não tenha recebido críticas dos que se alinhavam à perspectiva *vitalista* e também de alguns dos que se valiam de métodos de investigação *físico-químicos*.⁶⁶

O gradual abandono da ideia de *força vital* não se restringiu à região dos estados germânicos, mas se espalhou também por outros países da Europa, como a França. A influência dessa convergência programática acerca de aspectos teóricos e metodológicos na base dos estudos da ciência do vivo pode ser notada em obras como a do médico Albert Moitessier (1833-1889), professor de física na Faculdade de Medicina de Montpellier.

O estudo das ciências físicas, há muito negligenciado pelos médicos, começa hoje a assumir seu devido posto em nossas faculdades. Já não podemos mais atribuir aos seres vivos o privilégio singular de escapar das leis que governam a matéria inerte e de constituir no mundo um sistema separado, governado por *forças ocultas*. O rápido progresso da fisiologia, da terapêutica, da medicina, baseia-se em grande medida em conceitos emprestados da física, da química e da história natural; e essas ciências há muito designadas, com um pouco de desdém, sob o nome de ciências acessórias, constituem hoje o fundamento indispensável a toda educação médica séria.⁶⁷

Esse movimento também reverberou entre os membros da classe médica brasileira. Isso fica claro quando analisamos os escritos do médico baiano Antonio Pacífico Pereira (1846-1922). Em artigo publicado em 1877 na *Gazeta Médica da Bahia*, ele alerta para a importância do estudo preparatório em física e química para os que pretendiam ingressar nos cursos de medicina no Brasil. Esses elementos, segundo ele escreveu, deveriam formar o cabedal de conhecimentos dos alunos para a matrícula.⁶⁸ “Sem elles o estudante, embora habil, não pode comprehender a applicação especial d’aquellas sciencias á medicina, applicação que deve constituir a base de todo o seu curso”, ele escreveu.⁶⁹

Aparentemente, o médico brasileiro estava ciente das movimentações científicas em curso na Europa à época, sobretudo na Alemanha. Isso fica claro em uma passagem de outro artigo seu, publicado na *Gazeta Médica da Bahia* em 1877. O trecho a seguir resume bem o processo apresentado e analisado ao longo deste artigo, além de evidenciar como as ideias e o conhecimento produzido pelos estudiosos alemães foram recebidos no Brasil.

A reforma radical que se operou na organização e nos métodos de ensino na Alemanha, outr’ora idealista, divagando pelos transportes da phantasia, hoje realista, perscrutando pelos meios positivos os recessos do organismo,

⁶⁶ W. A. Frezzatti Jr. “Haeckel e Nietzsche: aspectos da crítica ao mecanicismo no século XIX.” *Scientiae studia*, n° 4 (2003): 437.

⁶⁷ Albert Moitessier. *Éléments de physique appliquée à la médecine et à la physiologie* (Paris: G. Masson, 1879), V.

⁶⁸ Antonio P. Pereira. “Aos medicos deputados: reformas necessarias á legislação e ao ensino medico V.” *Gazeta Médica da Bahia*, n° 5 (1877): 197.

⁶⁹ *Ibid.*

devassando amplamente os dominios das sciencias naturaes, construindo a sciencia da organisação humana pelo conhecimento minucioso de todas as leis phisicas, chemicas e physiologicas, que presidem a integridade de sua textura, e ao exercicio de suas funcções... esta reforma que tão grandes conquistas valeu aquelle paiz e a todo o mundo scientifico, veio apontar-nos o verdadeiro caminho para chegarmos com segurança ao progresso maravilhoso que alli admiramos.⁷⁰

Outro estudioso brasileiro a par das novas abordagens acerca dos fenômenos orgânicos é o médico Júlio Sérgio Palma, professor ordinário de anatomia microscópica na Faculdade de Medicina da Bahia, em Salvador. Em junho de 1913, Palma publicou o primeiro de uma série de cinco artigos na *Gazeta Médica da Bahia*, nos quais apresenta duas lições de anatomia microscópica.⁷¹ Na primeira, expõe algumas noções consideradas fundamentais para o estudo das células e de suas propriedades à luz de princípios da física e da química.⁷² Na segunda, discute as variações da energia celular.⁷³ Isso sugere que os médicos brasileiros estavam interessados em acompanhar de perto as discussões em curso na Europa em relação às novas bases científicas para explicar os fenômenos da vida. Da mesma forma, também é nítido que, assim como a maioria dos estudiosos da época, eles aderiram ao *mecanicismo físico-químico* como ponto de partida para o estudo dos organismos vivos.

⁷⁰ Antonio P. Pereira. "Aos medicos deputados: reformas necessarias á legislação e ao ensino medico VIII." *Gazeta Medica da Bahia*, nº 10 (1877): 338.

⁷¹ Julio Palma. "Duas lições de anatomia microscopica." *Gazeta Médica da Bahia*, nº 12 (1913): 541.

⁷² *Ibid.*, 541.

⁷³ *Ibid.*, 45: 61.