

DA “RESPIRAÇÃO DOS ANIMAIS” AO CONCEITO DE ENERGIA

Mariana Valente

Centro de Estudos de História e Filosofia da Ciência, Departamento de Física, Universidade de Évora

INTRODUÇÃO

Lavoisier e Seguin publicam, entre 1789 e 1791, na Academia das Ciências, em França, um conjunto de Memórias sobre a Respiração dos Animais. A Memória de 1789 constitui o *corpus* desta investigação, embora sejam feitas breves incursões às outras. Pretendo valorizar o dispositivo conceptual aí desenvolvido, mostrando como com ele podemos contribuir para uma construção significativa do conceito de energia. Nestes textos estão incluídas algumas reflexões sobre natureza, ciência e sociedade que poderão ser aproveitadas para mostrar o valor das leis da natureza para Lavoisier. Esta Memória foi escrita muitos anos antes do desenvolvimento do conceito científico de energia (cerca de cinquenta anos antes) e, por isso mesmo, a sua utilização nesta perspectiva inclui uma interpretação que utiliza conhecimento posterior. Esta liberdade didáctica pode também contribuir para ilustrar como as finalidades educativas, que orientam a utilização da História e Filosofia da Ciência no contexto da Educação, diferenciam esta investigação de uma investigação em História da Ciência, mais orientada pela crítica histórica. A aproximação aqui produzida, que reflecte a liberdade didáctica referida, entre os textos sobre a “respiração dos animais” e o conceito de energia, poderá também constituir-se como elemento para uma reflexão sobre a importância da utilização da História e Filosofia da Ciência em contextos educativos e sobre métodos para o fazer. Nos últimos vinte anos muito se tem escrito sobre esta temática. Muitos são os caminhos possíveis, como a investigação o tem demonstrado, nomeadamente Matthews (1994), autor de referência na área em que inserimos esta investigação. Não é minha intenção fazer a síntese do pensamento que sobre ela tem sido produzido mas apenas dar sentido e submeter à discussão algumas das ideias que me têm orientado, nomeadamente a importância da produção de narrativas históricas. Este trabalho culminou com a produção de uma narrativa histórica. A relevância do conhecimento científico, o seu significado e os seus limites são valores que orientaram a narrativa aqui apresentada.

Se, em ciência, o conceito de energia é utilizado sem grande questionamento conceptual já nos contextos educativos a reflexão conceptual é indispensável, ainda mais quando se trata de conceitos polissémicos e difíceis, como é o caso do conceito de energia. Não se pretende fazer a história do conceito mas apenas utilizar o conhecimento adquirido noutras investigações, sobre a história do conceito de energia, para fazer uma leitura interessada do *corpus* desta investigação.

A HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

Recuemos um pouco mais de um século (1890) e prestemos atenção a algumas partes do importante pensamento pedagógico de Ernst Mach (citado por H. Siemsen e K.H. Siemsen, 2009, p.315) no que diz respeito à forma como aproximar a ciência dos estudantes: “Como poderemos, então, preparar as mentes dos estudantes para anuírem a uma proposição e captarem o seu sentido? Simulando um caminho semelhante ao percorrido pelo inventor; investigando os poucos factos que o inventor estudou em primeiro lugar; reproduzindo as análises e as extensões através das quais se chegou à lei geral”. Ou seja, a forma mais significativa de aproximar a ciência dos estudantes estava já, em 1890, no recurso à História da Ciência. Mas que História?

Porquê este recuo se temos tanto pensamento sobre o assunto desenvolvido essencialmente nas últimas duas décadas? Porque nos parece, ainda hoje, de extrema importância. Com efeito, esta frase que para uma primeira leitura parece banal, numa leitura mais aprofundada para quem conhece o pensamento de Mach, ela encerra, na sua clareza e simplicidade, uma preciosidade que traduz bem o pensamento pedagógico deste pensador: começar por “prestar atenção” a factos concretos e experienciá-los na sua concretude (os factos) e no seu lado imaginativo (as extensões). Numa das suas conferências sobre a

importância da educação científica (1886, p.364), Mach apela para a importância de colocar os jovens estudantes em contacto com materiais que integrem imagens vivas da ciência e apela para os perigos de colocar esses estudantes em contacto com abstrações prematuras. “Os conteúdos das ciências naturais deveriam começar por se tornar familiares aos estudantes através de imagens e de experiências antes de serem abordados formalmente” (Id., p.364).

Esta ideia central do pensamento pedagógico de Mach tem sido valorizada nalguns estudos contemporâneos, nomeadamente, no texto de H. Siemsen e de H.K. Siemsen (2009), já anteriormente referenciado, onde é defendida a ideia de que o sucesso da educação em ciências na Finlândia se deve à presença de um pensamento pedagógico de raiz “macheana”.

O recurso a elementos históricos no pensamento de Mach é guiado por uma necessidade didáctica, seja ela de compreensão, ou de aproximação a algo que resulta de uma actividade humana, ou de inspiração para a concretização de diferentes fases de relação com o conhecimento. Não o “vemos” interessado por uma história geral e, portanto, abstracta. Mach parte do pressuposto da natureza histórica do conhecimento científico e, portanto, a única forma de compreender conceitos e teorias científicas é através da História, já que os caminhos percorridos, as questões colocadas poderiam ter sido outros. Os não vencedores são igualmente importantes na compreensão de um conceito. Pelo contrário, a ciência escolar é não histórica, o seu desenvolvimento não poderia ter sido outro, e sentimo-la longe de uma construção humana.

No que à educação científica diz respeito interessa-me salientar a crítica emergente aos contextos de mudança conceptual. Estes têm, ao longo dos anos, influenciado reformas, práticas, metodologias de investigação, mas não têm ganho os estudantes para a ciência. Ora, a partir dos anos 80, com os textos de Bruner (*The Culture of Education*), começou a perspectivar-se a educação científica de uma forma mais humanista, valorizando a utilização de narrativas. Com elas o significado, o valor do conhecimento, a ligação ao mundo, a aproximação ao conhecimento como uma actividade humana começam a tomar relevância. As narrativas históricas são, hoje, alvo de grande interesse e tanto a sua criação como a sua utilização incorporam elementos muito diversificados. Veja-se, por exemplo, o texto de Stephen Klassen (2009), *The Construction and Analysis of a Science Story*, em que é apresentado o caso da utilização de uma narrativa que pretende valorizar o estudo experimental da absorção da radiação por diferentes substâncias. Este estudo faz, geralmente, parte da formação universitária dos estudantes. A narrativa, introduzida por Klassen, faz-nos interessar pela problemática da protecção à radiação de uma forma intensa transformando o aborrecimento que muitas vezes habita este estudo experimental (registro mecânico das contagens do contador Geiger) em algo de vivo e de precioso.

Se seguirmos o autor deste artigo constatamos que a primeira questão que se coloca é a de saber que perspectiva de História da Ciência se veicula quando se concretiza uma narrativa. As perspectivas são muitas e variadas. O historiador da ciência trabalha, de forma geral, numa determinada perspectiva. Nos contextos educativos são utilizadas diferentes perspectivas de acordo com a questão educativa que nos guia e uma narrativa pode incluir diferentes aproximações à História da Ciência. A História do historiador tem de ser mediada e recriada para poder ser utilizada em contextos educativos. Este aspecto tem colocado muitos problemas e dado origem a discussões aceras entre diferentes correntes. Para quem as queira seguir remetemos para a consulta da revista *Science & Education*, nomeadamente para a discussão em torno da pseudohistória (D. Allchin e A. E. Lawson, 2004)

Mas o que é uma narrativa? “É tudo aquilo que conta uma história seja em que género for” escreve Metz *et al.* (2007, p.315), citando Janh (2001). Metz & al. colocam a tónica no que designam por “narrative appetite”. Este conceito pode ser descrito como “o desejo criado nos leitores ou nos ouvintes de saber o que acontecerá” (Id., p. 316). Ou seja, dão grande destaque à procura de formas que mantenham o interesse de quem segue a narrativa. E quanto à utilização de narrativas históricas estes autores defendem que para que estas tenham sucesso é necessário que incorporem elementos imaginativos e componentes manipulativos. E escrevem: “Por manipulação não nos referimos apenas a experiências de investigação ou de laboratório mas referimo-nos de forma mais ampla à manipulação de ideias através de acção que envolva o leitor numa continuada interacção com a narrativa” (Id., p.316).

Tendo em conta as ideias aqui expostas, muito sucintamente, desenvolvi uma pequena narrativa histórica que poderá permitir desenvolver uma certa intuição sobre o que é a energia e que poderá acompanhar o desenvolvimento mais formal deste conceito de energia. Nesse sentido, poderá ser utilizada em diferentes contextos mas foi inicialmente pensada para contextos de formação de professores. Esta

narrativa permite uma utilização interdisciplinar e deixa momentos em suspenso que poderão depois ser continuados, de acordo com o que se pretende, nomeadamente a morte de Lavoisier na guilhotina. Como e porque chegou ele aí serão questões potenciadoras de uma vivência interdisciplinar e inspiradoras para outras narrativas.

UMA EXPERIÊNCIA, UMA NARRATIVA

A narrativa desenvolver-se-á em torno de uma das bonitas experiências da História da Ciência, tão bem contada pelos desenhos de Mme. Lavoisier (ver figuras 1 e 2). Esta experiência ocorreu num momento em que o conceito de energia ainda iria precisar de 50 anos para se desenvolver e emergir com clareza, como anteriormente referimos. Estamos em pleno reinado do calórico. E, no entanto, todo o dispositivo físico e narrativo poderá ajudar a criar uma sensibilidade para um conceito considerado dos mais difíceis de abordar: o conceito de energia.

O conceito de energia que hoje utilizamos na ciência escolar não é susceptível de compreensão. Lê-se, por exemplo, num manual escolar do 10º ano: “os cientistas descobriram que, num sistema isolado, a quantidade total de energia permanece sempre a mesma ao longo do tempo”. Para além de uma imagem simplista e incorrecta da natureza da ciência que perpassa na afirmação “os cientistas descobriram que”, estamos perante uma proposição geral, inacessível, com significado formal mas com pouco significado conceptual e, portanto, pouco mobilizadora do pensamento. Do ponto de vista de Mach seria um mau exemplo de aproximação aos alunos. É de tal forma pouco mobilizadora do pensamento que nem ocorre ao aluno questionar o que é a energia. Para alguns cientistas esta questão não fará sentido pois estão instruídos numa tecnociência que lhes permite desenvolver formalismos, importantes sem dúvida, mas que os afasta, por vezes, do exercício do pensamento.

Na construção da narrativa o texto mais presente foi o “Premier Mémoire Sur la Respiration des Animaux” por Lavoisier e Seguin, publicado nas *Mémoires de l'Académie des Sciences*, 1789, pp.688-703. Embora o artigo seja da autoria de Lavoisier e Seguin, a narração é feita por Lavoisier.

A NARRATIVA

1789. Paris. A Academia das Ciências reúne-se para ouvir falar da respiração dos animais. Lavoisier e Seguin têm já um conjunto de resultados que querem comunicar. A vida de Lavoisier é muito intensa em termos da variedade de actividades que desenvolve no momento. De entre elas a ciência é objecto de grande investimento. Dedicar seis horas por dia à ciência e um dia por semana à realização de experiências no laboratório do Arsenal. Este dia é o mais esperado e é uma honra ser admitido no círculo para assistir às experiências. Antes de comunicar os resultados à Academia, Lavoisier tem o cuidado de convidar cientistas que possam testemunhar aqueles acontecimentos. Contudo, antes da experiência aperfeiçoada, quantas vezes não terá sido realizada! Estamos em plena Revolução Francesa mas neste laboratório o empolgação centra-se na analogia, recentemente desenvolvida, entre a combustão e a respiração. Ela é inspiradora para Lavoisier e Seguin, tanto do ponto de vista do conhecimento como do ponto de vista da visão da natureza e da sociedade.

M. Seguin (médico e companheiro científico de Lavoisier) disponibilizou-se para um conjunto de experiências, sendo ele uma parte importante do próprio dispositivo experimental. Estamos perante uma bela instalação, tão bem reproduzida nas sépias realizadas por Mme. Lavoisier e que aqui apresentamos. Percebemos pelas imagens que não terá sido muito confortável para Seguin. O que está em causa neste conjunto de experiências é uma comparação entre consumos de ar vital, oxigénio, e diferentes estados e actividades do ser vivo. Tratando-se de experiências difíceis de realizar há que encontrar uma maneira que nos permita comparar esses estados e actividades. Foi para isso que serviu tanto incómodo...

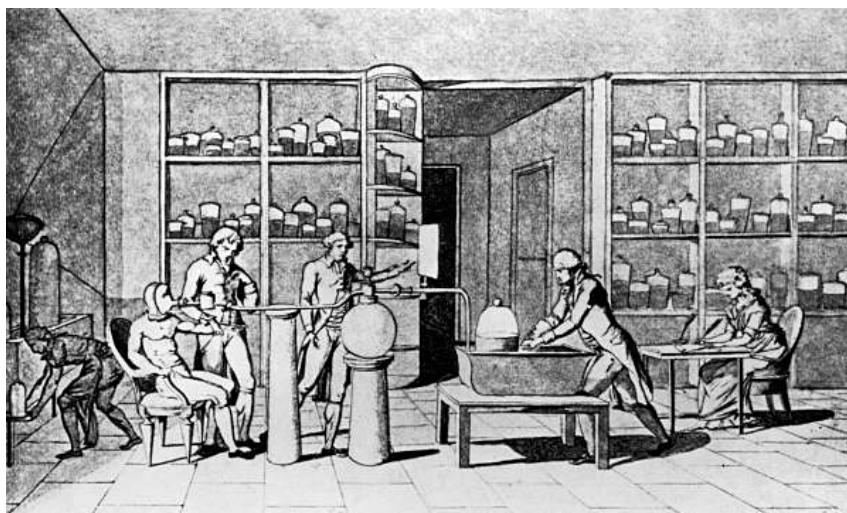


Figura 1. *M. Séguin em repouso*

“Por muito que estas experiências fossem penosas, desagradáveis ou mesmo perigosas, M. Séguin quis que todas elas se realizassem sobre ele”, como está escrito na Memória da Academia. Sigamos, então, o primeiro conjunto de resultados destas experiências:

“Um homem em jejum e num estado de repouso e a uma temperatura ambiente de cerca de 26°, termómetro de mercúrio dividido em 80 partes, consome por hora cerca de 1210 polegadas de ar vital; [que] este consumo aumenta com o frio, o mesmo homem, igualmente em jejum e em repouso mas numa temperatura ambiente de 20°, consome por hora 1344 polegadas de ar vital.

Durante a digestão, este consumo eleva-se a 1800 ou 1900 polegadas” (p. 695- 696).

Nesta primeira fase M. Séguin está em repouso, tal como podemos observar na figura 1. Mas, o que acontecerá se M. Séguin começar a fazer exercício? Há que medir os consumos de ar vital nestas novas condições.

“O movimento e o exercício aumentam consideravelmente todos estes valores. Estando M. Séguin em jejum e tendo elevado um peso de 15 libras, durante um quarto de hora a uma altura de 613 pés, o seu consumo de ar neste tempo foi de 800 polegadas, quer dizer de 3200 polegadas por hora. O mesmo exercício feito durante a digestão levou a um consumo de 4600 polegadas por hora de ar vital. Os esforços que M. Séguin realizou neste intervalo equivalem à elevação do peso de 15 libras a uma altura de 650 pés, durante um quarto de hora. Em todas estas experiências a temperatura do sangue permanece quase constante” (p.696).

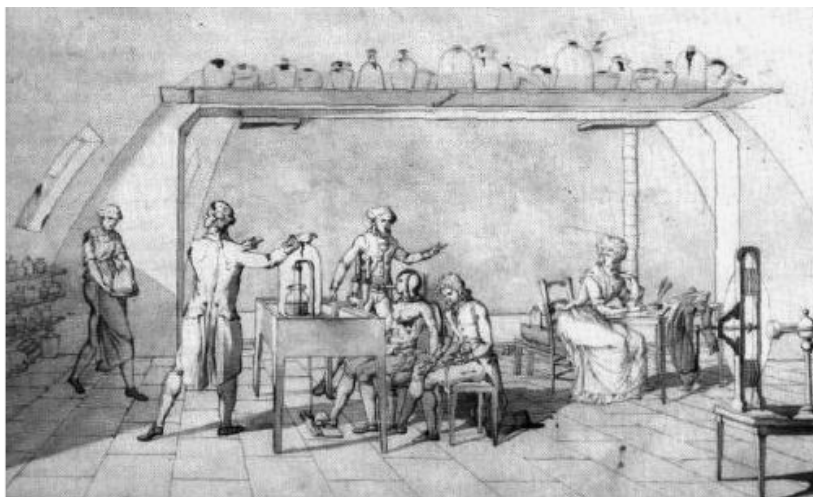


Figura 2. M. Seguin em movimento, levantando um peso com o pé

Do exposto entrevemos já uma maneira possível de comparar as diferentes actividades realizadas num determinado intervalo de tempo, comparando o ar consumido com a elevação de um determinado peso a diferentes alturas. Mas há uma dificuldade: será sempre necessário sujeitar o indivíduo a experiências penosas. Procuram-se, então, outros sinais, que se possam relacionar, de forma segura, com a referida elevação do peso. E é aí que é desenvolvida uma lei empírica que estabelece que o aumento do nº de pulsações é directamente proporcional à soma dos pesos elevados a uma determinada altura. Entramos assim na posse de um “instrumento” que nos permite comparar “o uso de forças entre as quais pareceria não existir nenhuma relação”:

“Podemos, por exemplo, conhecer a quantas libras de peso elevado a uma determinada altura correspondem os esforços de um homem que recita um discurso, de um músico que toca um instrumento. Poderíamos mesmo avaliar o que há de mecânico no trabalho do filósofo que pensa, do homem de letras que escreve, do músico que compõe. Estas realizações, consideradas como puramente morais, têm qualquer coisa de físico e de material que permite, do ponto de vista desta relação, compará-las com as do trabalhador físico (homme de peine). Há, pois, alguma justeza na designação comum, na língua francesa, de trabalho, tanto para os esforços do espírito como para os do corpo, o trabalho de gabinete e o trabalho do assalariado” (p.697).

Lavoisier deixa-se tentar pela generalização, comparando actividades que parecem nada ter em comum. Mas têm! “Poderíamos mesmo avaliar o que há de mecânico no trabalho do filósofo que pensa”. Poderíamos mesmo avaliar a que altura de elevação de um determinado peso corresponde o trabalho de escrita desta narrativa.

A entre-medida (nº de pulsações) encontrada por Lavoisier é comparável ao papel do equivalente mecânico do calor que nos permitirá uma unificação do mundo físico sem a necessidade de reproduzir a célebre experiência de Joule, tão difícil de realizar. Utilizando as palavras de Lavoisier podemos afirmar que a experiência de Joule permite quantificar o que “há de mecânico” na elevação da temperatura de uma determinada quantidade de água, ou seja, a que altura de elevação de um determinado peso corresponde a elevação de temperatura de 1 grau de uma determinada quantidade de água.

O dispositivo de que temos estado a falar inclui o humano no próprio dispositivo. Isso torna mais difícil a situação. Podemos imaginar o número de pulsações do M. Seguin aumentar substancialmente quando pressente que se estão a aproximar de ideias justas. Mas, hoje, que há testemunhas, na realização da experiência, Seguin terá de evitar que as suas emoções provoquem problemas. Toda esta instalação testemunha o carácter artificial do trabalho de laboratório. Mas é a compreensão da natureza que mobiliza todos estes esforços.

Até aqui tratou-se de comparar acontecimentos que parecem nada ter em comum. O entendimento da respiração dos animais como combustão é essencial para se confrontarem leis naturais e leis sociais.

Demos, então, a palavra a Lavoisier e apreciemos as suas reflexões sobre como o conhecimento da natureza nos ajuda, por um lado, a perceber as imperfeições das leis sociais e, por outro lado, como esse conhecimento pode ser fulcral para a construção de uma sociedade mais justa. Estamos perante uma natureza equilibrada, auto-reguladora e inspiradora:

“Enquanto considerarmos a respiração apenas do ponto de vista de consumo de ar, a sorte do rico e do pobre é a mesma porque o ar é de todos e nada custa a ninguém. L’homme de peine que trabalha mais fisicamente frui mais completamente deste benefício da natureza. Mas agora que a experiência nos ensina que a respiração é uma verdadeira combustão que consome em cada instante uma porção da substância do indivíduo, que este consumo é tanto maior quanto mais a circulação e a respiração estão aceleradas, que ele aumenta à medida que o indivíduo leva uma vida mais laboriosa e mais activa, uma grande quantidade de considerações morais brota destes resultados da física.

Porque fatalidade injusta o homem pobre, que vive do trabalho dos seus braços, que é obrigado a empregar para a sua subsistência tudo o que a natureza lhe deu em forças, consome mais do que o homem ocioso, pois este último tem menos necessidade de restaurar? Porque é que, num contraste chocante, o homem rico dispõe de uma abundância que não lhe é fisicamente necessária e que parecia destinada ao homem de trabalho? Evitemos caluniar a natureza, e de a acusar de faltas que devem ser atribuídas às nossas instituições sociais. Contentemo-nos em louvar a filosofia e a humanidade, que se unam para nos prometerem instituições sábias, que farão aproximar os destinos na igualdade, a aumentar o preço do trabalho (...)” (p.698).

É, então, que uma natureza em equilíbrio emerge nestas reflexões e que o dispositivo aqui encenado nos parece remeter para uma balança conceptual:

“A ordem física, decorrente de leis imutáveis, chegou desde há muito a um estado de equilíbrio que nada pode perturbar, não está mais sujeita a estes movimentos tumultuosos que se desenrolam na ordem moral. É uma coisa verdadeiramente admirável este resultado que se observa na economia animal: forças continuamente variáveis e continuamente em equilíbrio permitindo ao indivíduo adaptar-se a todas as circunstâncias em que o acaso o coloca” (p.699).

É o acaso que, em 1840, coloca o jovem médico Mayer perante um acontecimento que será o início de uma aventura intelectual espantosa. Mayer embarca como médico num navio holandês cujo destino é a ilha de Java. Na sua mala viajam também os textos de Lavoisier sobre a respiração dos animais e outros. Mayer é um jovem de natureza muito espiritual e interessa-se pela relação entre diferentes “forças” da natureza. Na sua longa viagem pergunta aos marinheiros se o mar aquece quando há tempestades. Este episódio testemunha a sua concentração na referida relação entre as diferentes “forças”. Junto à ilha de Java, Mayer observa a diferença de cor do sangue venoso, sendo este de um vermelho mais brilhante. Esta experiência parece ter um efeito grande sobre Mayer pois este mergulha no trabalho e nem chega a sair do navio. O que o terá impressionado tanto? A cor do sangue? Farber (1954) defende que não foi a cor do sangue que tanto o mobilizou, pois já era conhecido que a cor do sangue nos países quentes seria diferente, dado o organismo precisar de menos “combustível” e, conseqüentemente, de menos oxigénio. Trata-se de um sangue menos oxidado. Para além disso as razões para a cor do sangue ser diferente podem ser diversas e Mayer tinha esse conhecimento. O que tanto marcou Mayer, segundo Farber, foi um “voo de pensamento” que o “fez ver o fenómeno como uma manifestação de uma lei geral da natureza” (p. 9). A lei geral que “Mayer viu revelada, ligava o calor animal com as outras formas de calor, e o trabalho humano com qualquer trabalho mecânico” (id., p.9). A lei é a mesma quer se trate do funcionamento dos organismos, quer se trate do mundo inorgânico. E essa lei, que ainda vai precisar de uns anos de trabalho intenso tanto de Mayer como de outros cientistas, é a conservação da energia. A Experiência de Lavoisier e Seguin instala já uma ideia de balanço que para se realizar precisa de encontrar uma forma de comparação entre fenómenos tão diferentes.

Voltemos à Memória da Academia e à ordem da natureza que nela emerge. Contrasta substancialmente com a ordem mecânica que é levada ao extremo nos finais do séc. XVIII,

nomeadamente com as invenções de autómatos que pretendem reproduzir a vida através de uma complexa transmissão de movimentos. Ora a vida tem uma auto-regulação que faz com que os seres vivos, ao nível físico vivam de forma equilibrada (não é por estarem numa atmosfera mais rica em oxigénio que se consomem mais, como acontece na combustão de uma vela). E esta ideia servirá mais uma vez para o contraste entre a natureza e a sociedade: “Lavoisier e Seguin não hesitam em colocar a natureza e a sociedade na balança, a fazer reflexões de ordem moral a partir das suas medidas físicas” (Bensaude-Vincent, 1993, p.220).

Numa outra Memória, 1790, em que é estudada a transpiração animal “é a ocasião de atribuir à natureza uma outra virtude, cara aos revolucionários”:

“não podemos deixar de admirar o sistema de liberdade geral que a natureza parece ter querido estabelecer em tudo o que tem a ver com os seres vivos. Dando-lhes a vida, o movimento espontâneo, uma força activa, necessidades, paixões, ela não os impediu de tudo usarem. Ela quis que fossem livres para de tudo poderem abusar; mas prudente e sábia colocou reguladores por todo o lado, fez funcionar a sociedade no seguimento da fruição” (Bensaude-Vincent, 1993, p.221).

8 de Maio de 1794, Lavoisier “comparece” perante a guilhotina.

BREVES CONSIDERAÇÕES FINAIS

“L’activité musculaire d’un bourgeois qui va tranquillement son chemin tout un jour est considérablement supérieure à celle d’un athlète soulevant, une fois par jour, un énorme poids; ce fait a été confirmé par la physiologie; ainsi donc, même ses petites activités quotidiennes, dans leur somme sociale et par la faculté qu’elles ont d’être sommées, produisent infiniment plus d’énergie que les actes héroïques; l’activité héroïque finit même par sembler absolument dérisoire, grain de sable posé sur une montagne avec l’illusion de l’extraordinaire. L’Homme sans qualités fut enchanté par cette idée”.

Robert Musil¹ em “L’Homme Sans Qualités”, p.15-16.

A reflexão, transcrita em epígrafe, do *Homem Sem Qualidades*, tem origem na medida física de energia. Esta, tal como no texto de Lavoisier e Seguin, é “cega” relativamente à dimensão moral das situações. Tanto para estes autores como para o homem sem qualidades ela é, por contraste, fonte de reflexões sobre os valores sociais.

Esta consciência sobre o valor e os limites da medida física é uma das dimensões fortes do texto de Seguin e Lavoisier, tornando-o um texto com grande valor formativo. Posso comparar o trabalho de um operário com o trabalho de um filósofo através da comparação com a elevação de um peso a uma certa altura, mas isso só me dá o que há de mecânico nos dois trabalhos. É uma forma muito limitada de comparação.

A natureza equilibrada, pelos mecanismos de auto-regulação, que habita o texto de Lavoisier e Seguin poderá ser um ponto de partida para o contraste com os problemas das catástrofes naturais.

O interesse principal na criação desta narrativa centra-se na possibilidade de com ela compor alguma significação para um conceito abstracto e difícil. Há muitas limitações associadas a este “dispositivo”, nomeadamente, a possibilidade de reforçar a ideia comum de que a energia está associada aos seres vivos. Para combater esta ideia será útil, por exemplo, recorrer à história imaginada por Feynman, no seu texto sobre Os Grandes Princípios de Conservação, onde os protagonistas da história são cubos. E já não será o equilíbrio da natureza que subjaz a esta outra história, é o valor intelectual que aí podemos encontrar.

¹ Refira-se que Musil trabalhou com E. Mach em Viena.

A narrativa construída põe em cena um mecanismo que permite comparar fenômenos diversos com a elevação de um peso a uma determinada altura. É o que vai estar em jogo, ao longo da primeira metade do século XIX. A comparação só é possível porque há um balanço: se algo acontece, há um custo a considerar.

Retomando as ideias de Mach, influenciadas por Herbart, diríamos que o interesse na educação é a expressão do nosso interesse pelo mundo e pela humanidade (Blüh, 1975, p.19). É o interesse pela natureza e pelas suas leis que motiva o grande envolvimento de Lavoisier e Seguin neste conjunto de experiências.

REFERÊNCIAS

- Bensaude-Vincent, B. (1993). *Lavoisier*. Paris: Flammarion.
- Blüh, O. (1975). Ernst Mach – His Life as a Teacher and Thinker In Cohen R. S. & Seeger R.J. (ed.), *Ernst Mach – Physicist and Philosopher*. Holanda: Springer.
- Bruner, J. (1996). *The Culture of Education*. Harvard University Press.
- Farber, E. (1954). The Color of Venous Blood. *Isis*, 45 (139), 4-9.
- Feynman, R. (1980). *La Nature de la Physique*. Paris: Ed. du Seuil.
- Klassen, S. (2009). The Construction and Analysis of a Science Story: A Proposed Methodology. *Science & Education*, 18, 401-423.
- Lavoisier e Seguin (1862, original 1789), Premier Mémoire Sur la Respiration des Animaux., in *Mémoires de Chimie et Physique, Oeuvres*, t. II, 688-703. Paris: Imprimerie Impériale.
- Mach, E. 1970 (original 1909). The Guiding Principles of My Scientific Theory of knowledge, in Poulmin, S. (ed.), *Physical Reality*. Us e UK: Harper Torchbooks.
- Mach, E. (1986, 1ªed. 1894). *Popular Scientific Lectures*. La Salle: Open Court.
- Metz, D. & al. (2007). Building a Foundation for the Use of Historical Narratives. *Science & Education*, 16, 313-334.
- Musil, R. (1995). *L'Homme Sans Qualités*. Paris: Ed. du Seuil.
- Siemsen, H. E Siemsen, K. H. (2009), Resettling the Thoughts of Ernst Mach and the Vienna Circle in Europe: The cases of Finland and Germany. *Science & Education*, 18, 299-323.
- Valente, M. (1999). Uma Leitura Pedagógica da Construção Histórica do conceito de Energia. Tese de doutoramento não publicada.

DA “RESPIRAÇÃO DOS ANIMAIS” AO CONCEITO DE ENERGIA

RESUMO

A produção e a utilização de narrativas históricas é, hoje, objecto de interesse no âmbito da investigação em Educação em Ciências, revelando ser uma via importante para uma utilização educativa da História e Filosofia das Ciências. Neste artigo desenvolvemos uma narrativa histórica, com base nos textos de Lavoisier e Seguin (1789-1790) sobre a respiração dos animais. O seu objectivo é desenvolver alguma sensibilidade para o significado do conceito de energia, cujo desenvolvimento ocorrerá cerca de cinquenta anos depois, e evidenciar como o conhecimento científico traduz, nessa época, o equilíbrio da natureza.

Palavras-chave: Lavoisier; energia; natureza; educação científica.

FROM THE “ANIMAL’S BREATHING” TO THE CONCEPT OF ENERGY

ABSTRACT

The use and the production of historical narratives have been a precious motive for research on using History and Philosophy of Science in Science Education. In this article we develop an historical narrative based on the Lavoisier and Seguin’s texts (1789-1790) about animal’s breathing. Its principal aim is to develop a sense for the meaning of a very abstract concept: the scientific concept of energy. This concept will be developed half a century later. We tried also, with the help of the narrative, to show how the scientific knowledge translates a concept of nature well balanced.

Key words: Lavoisier; energy; nature; science education.