

Narrativas sobre a máquina a vapor tecnologia, ciência e cultura na relação com a natureza

Mariana Valente

Resumo

No século XIX a máquina a vapor interessou cientistas, engenheiros, artistas, paisagistas, cidadãos, pedagogos. Entre entusiasmos, esperanças e receios, o contacto com a máquina a vapor gerou pensamento sobre relações entre o natural e o artificial, sobre relações entre ciência e tecnologia, adquiriu alguma importância no desenvolvimento da inteligibilidade do mundo, subverteu a estética da representação e transformou a vida no planeta. Está no início de uma transformação acelerada da vida no e do próprio planeta. É uma época considerada por muitos como início do Antropoceno. Como investigadora/formadora, interessa-me construir abordagens não fragmentadas ao conhecimento e ao mundo. Somos herdeiros de algumas das discussões presentes nesta época, por exemplo, a dualidade natureza e cultura, ainda não ultrapassada. Neste texto pretendo compor algumas narrativas com origens disciplinares diferentes, construídas a partir de textos, de imagens, de objetos, e de estudos históricos, cruzando-as e explorando-as de um ponto de vista pedagógico. Pretendo, com isso, contribuir para o desenvolvimento de novos modos de vida para objetos "históricos" de ensino, colocando-os no interior destas narrativas. Trago histórias, cidades, pinturas, modelos pedagógicos de cartão (1877), um objeto tridimensional pedagógico da máquina a vapor (1940).

Palavras-chave: máquina a vapor; natureza-tecnologia-ciência; educação científica; fruição estética, histórias.

Abstract

In 19th century, the steam engine interested scientists, engineers, artists, landscapers, citizens, and pedagogues. Amidst enthusiasms, hopes and fears, contact with the steam engine has generated thoughts on the relationship between natural and artificial, on the relationship between science and technology, has acquired some importance in the development of the intelligibility of the world, has subverted the aesthetics of representation and has transformed life on the planet. The steam engine is at the beginning of an accelerated transformation of life on and of the planet itself. This is a time understood by many as to be the beginning of the Anthropocene. Being a researcher/trainer, I am interested in building non-fragmented approaches to knowledge and to the world. We are the heirs of some discussions present at that time, for example, the duality between nature and culture, not yet overcome. In the present text I intend to compose some narratives with different disciplinary origins, built from texts, images, objects, and historical studies, crossing them and exploring them from a pedagogical point of view. With this, I intend to contribute to the development of new ways of life as regards "historical" teaching objects, placing them within those narratives. I bring on stories, cities, paintings, pedagogical cardboard models (1877), and a three-dimensional pedagogical object of the steam engine (1940).

Keywords: steam engine; nature-technology-science; science education; aesthetic fruition; narratives.

Introdução

Tahir Jan, he said, I am showing you this because it's an important thing. I will explain it to you. If I go into the kitchen and take a dry sponge, and put it in a bowl of water, it will suck up a lot of

water, won't it?

Yes Baba.

But if I take the same sponge and put it in a bowl of ice, it won't suck up anything at all. That's because the sponge isn't designed to suck up ice. It's structure – lots of little holes – can't take in ice, only water.

He sat down beside me, motioning with his hands.

Ice is water, but in a different form, he said. To make it into water – so we can suck it up easily – we need to change its form. The water is knowledge, Tahir Jan, and the sponge is your mind. When we hear information, a lot of it, he said, sometimes it's too hard for us to suck up. It's like ice. We hear it in the same way that the sponge touches the bowl of ice, but it doesn't get inside. But as soon as you melt the ice, the water penetrates deep in the middle of the sponge. And that's what stories do... (Tahir Shah, 2009)¹.

O poder motriz da máquina a vapor está no cerne de várias revoluções: científica; técnica; estética; didática; nos estilos de vida; nas visões do mundo; etc. Protagoniza, também, alterações no entendimento das relações entre ciência e tecnologia. A máquina a vapor permite-nos abordar de uma forma não fragmentada a cultura de uma época, podendo, através dela, entrar em espaços sociais e culturais onde se vive, de forma substancialmente diferente, o valor deste poder motriz.

Guiados por alguns produtos da cultura de uma época (primeira metade do século XIX) e por alguns estudos históricos pretendemos contribuir com algumas narrativas/histórias que permitam refletir e valorizar a presença da máquina a vapor em contextos educativos. As narrativas são aqui encaradas como elementos de “coesão de uma cultura” (Jerome Bruner, 1996²). Como escreve Bruner, na mesma obra: “Getting to know something is an adventure in how to account for a great many things that you encounter in as simple and elegant a way as possible”³. Embora esta aventura de conhecer seja comum a várias formas de exprimir conhecimento, nomeadamente a linguagem matemática, Bruner, neste capítulo da obra, está a pensar e a ativar o papel das narrativas de ciência nos contextos educativos. Bruner pensa o papel das narrativas de ciência nos contextos educativos e enfatiza a sua natureza multimodal: “narrative as a mode of thinking, as a structure for organizing our knowledge, and as a vehicle in the process of education particularly in science education”⁴. Depois de Bruner, muitos investigadores

¹ Shah, Tahir, *In Arabian Nights – In search of Morocco, through its stories and storytellers*. Londres, Toronto, Sidney, Auckland e Joanesburgo: Bantam Books, 2009, p.325.

² Bruner, Jerome, *The Culture of Education*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1996.

³Por opção mantemos as citações na língua original do texto consultado já que muitas delas têm um estilo próprio e elegante na língua em que estão escritas.

Jerome Bruner, 1996, p. 115.

⁴ Ibid., p.119.

trabalharam o papel das narrativas na educação científica⁵; Klassen, 2007; Metz & al., 2007; Avraamidou, and Osborne, 2009; Hadzigeorgiou, 2016, entre muitos outros. Escolhemos Bruner e Thair Shah (frase em epígrafe) para iniciar este trabalho- produzido a partir de encontros com objetos, ideias, histórias, cidades - porque nos importam as referências às narrativas como modo de pensamento que se concretiza numa comunicação elegante e significativa e porque nos importa o que está contido na metáfora de Thair Shah – sem “calor” não há incorporação de conhecimento, sendo as “histórias” produtoras desse “calor”. A ciência escolar não é a ciência do cientista. Sem as histórias este conhecimento pode permanecer na forma equivalente ao gelo, na sua relação com a esponja: “the aim of education is to nurture a love rather than a contempt for ideas, to bring ideas alive rather than, finding them inert, to bury them as soon as the hour exam is over and they have begun to putrefy”⁶ (George Allan 2014).

Modelos de cartão (1877) e um objeto tridimensional (1940)⁷, representações físicas da máquina a vapor no Ensino e elementos da coleção do Gabinete de Física do Liceu de Évora, estarão presentes como testemunhas do valor educativo destas máquinas ao longo do tempo.

As histórias aqui trazidas desenvolvem-se em torno de contrastes, como é o caso dos modos de vida em Manchester e em Potsdam/Berlim, e em termos de revoluções, como é o caso da revolução científica protagonizada por Carnot, em Paris. Trata-se de uma personagem singular na História das Ciências. Sem ele as ciências físicas não seriam o que são.

Máquina a vapor – esperanças e receios

Para uma breve história construída em torno das esperanças e receios, que foram vividos intensamente na época, utilizámos como *corpus*: um texto anónimo, intitulado “A week at Manchester” e publicado em 1839 na Blackwood’s Edinburg Magazine⁸ e uma das célebres pinturas de William Turner produzida no mesmo ano, 1839. Trata-se da tela The Fighting Temeraire. Tanto o texto como a pintura

⁵ Klassen, Stephen, “The Application of Historical Narrative in Science Learning: the atlantic cable story”, Science & Education. v. 16, n. 3-5, p. 335-352, 2007.

Metz, Don. & al., “Building a Foundation for Historical Narratives”, Science & Education. v. 16, n. 3-5, p. 313-334, 2007.

Avraamidou, Lucy & Osborne, Jonathan, “The Role of Narrative in Communicating Science”, International Journal of Science Education. v. 31, n. 12, p. 1683-1707, 2009.

Hadzigeorgiou, Yannis, *Imaginative Science Education – the central role of imagination in science education*. Switzerland: Springer Nature, 2016.

⁶ Allan, George, *Modes of Learning: Whitehead’s Metaphysics and the Stages of Education*. New York: Suny Press, 2012, 14.

⁷ Agradeço ao Fernando Rosado, professor da Escola Secundária André de Gouveia, o seu interesse pelos objetos históricos de ensino existentes nesta Escola e todo o seu trabalho, científico e de divulgação, em torno destes objetos. Tive o prazer de colaborar nesses trabalhos e na curadoria de várias exposições realizadas.

⁸ Anónimo, “A Week at Manchester”, *Blackwood’s Edinburg Magazine*, 45, 282 (1839), 481- 496.

abordam a utilização do vapor na revolução dos transportes. A pintura (ver figura 1) narra uma história com cerca de 33 anos: em 1805, o navio Temeraire torna-se célebre pelo seu papel central na batalha de Trafalgar, contra Napoleão.

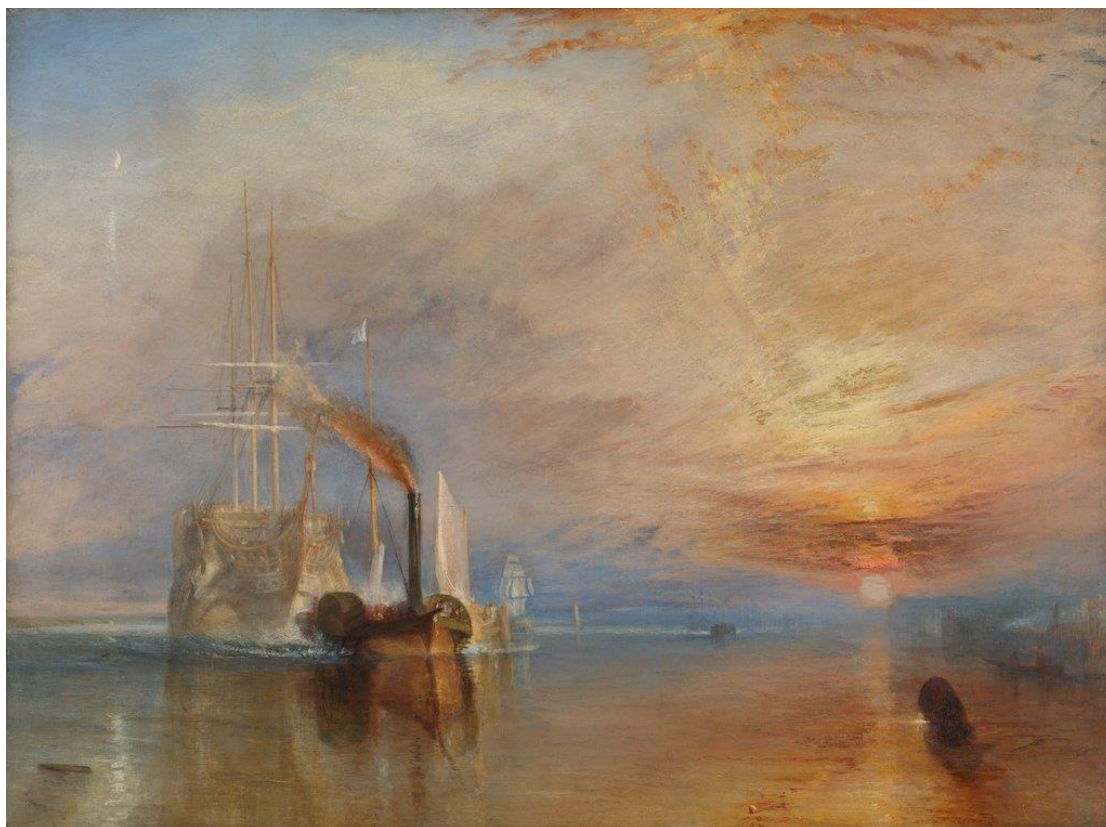


Figura 1. J.W. Turner (1839), The Fighting Temeraire.

Photo © The National Gallery, London, released under Creative Commons CC-BY-NC-ND

<https://www.nationalgallery.org.uk/paintings/joseph-mallord-william-turner-the-fighting-temeraire>

E muitas outras aventuras terá protagonizado. No ano de 1838 é rebocado para o cais para ser desmantelado. Antes de tempo? Ao ritmo de uma nova era? Não serão ainda essas as questões que habitam Turner. Ele observa atentamente este acontecimento e aproxima-se interiormente dele. Ao recriá-lo, nesta pintura, Turner coloca um ar vitorioso no pequeno barco a vapor mas a presença, um pouco fantasmagórica, do grande navio suscita uma certa melancolia, como alguns historiadores de arte deixam transparecer. A melancolia é enfatizada pelo momento do dia, o pôr-do-sol. É a melancolia de uma época que desaparece e é o entusiasmo por uma nova época. Da chaminé do pequeno barco a vapor sai a mesma cor solar espalhada no céu. Esta ligação solar e a posição central do pequeno barco a vapor anunciam um futuro de esperanças. A tela começa a deixar entrever uma subversão estética, a nitidez pressentida e o pormenor de alguns detalhes do Fighting Temeraire contrastam com o caos do céu, com o caos do fogo. Sinais que remetem para tempos de revoluções estética e técnica e com elas revoluções cultural e social.

Destas últimas dá-nos conta o texto acima referenciado. Com esse texto permanecemos em 1839. Deparamo-nos, agora, com o relato de uma viagem num comboio a vapor entre Londres e Manchester. Mas é, sobretudo, o retrato e o testemunho dos estilos de vida em transformação, em Manchester, que contrastam com a vida em Londres. É o testemunho de acidentes terríveis, nas fábricas, no contacto com grandes rodas movidas a vapor. Há ironia, há crítica social e há o confronto com uma mudança nos estilos de vida, mudança já instalada em Manchester. Do ponto de vista de quem escreve há mudanças positivas e negativas, como é de esperar quando se está perante transformações sociais. A vida padronizada, por exemplo, pelas horas das refeições cria uma perplexidade para quem chega de Londres.

O autor reconhece a vitalidade inventiva do que está a acontecer a vários níveis. E, a este respeito, compara Paris, Londres e Manchester:

In Paris, you behold the churches of former days, and the theatres of present times. In London, there are shipping, bridges, banks, customhouses and every thing denoting the existence of a vast commercial people. In Manchester, there are factories, schools, churches, chapels, hospitals, the Royal Institution, the Natural History Society, the Mechanics' Institution, the Exchange Room, the Chamber of Commerce, but two theatres, a savings' bank, medical schools, Humane Society (...)⁹.

Não pretende o autor dizer que não haja escolas e instituições científicas e culturais em Paris e em Londres mas pretende mostrar, sim, como contra o estereótipo instalado de Manchester na época, as presenças cultural, científica, humanista e comercial existem e estão ao mesmo nível que as fábricas. Nas ruas de Manchester, em 1841-1842, talvez se tenham cruzado dois jovens, Friedrich Engels e James Joule, que estão no cerne de revoluções importantes, social e científica, respetivamente. A família de Engels está ligada à indústria do algodão em Manchester, e o jovem Engels passa aí algum tempo preocupando-se, desde logo, com o bem estar dos operários, nomeadamente com o alojamento.

A família de Joule está sediada em Salford (ao lado de Manchester) e está ligada à produção de cerveja. O jovem Joule preocupa-se com o rendimento das máquinas e desenvolve muitas competências na medição de grandezas físicas. Ao estabelecer, de forma rigorosa, uma equivalência entre movimento e calor¹⁰ (como outros também o fizeram, noutros contextos) permitiu ligar fenómenos que nos aparecem diferentes. Participou na construção de uma ideia de conservação de energia (então ainda designada por “força”) contribuindo para uma alteração na visão do mundo físico.

⁹ Ibid., p.491.

¹⁰ Joule, James, “On Matter, Living Force and Heat”. In Brush, Stephen (org.) *Kinetic Theory*. (University of California: Pergamon Press, 1965.

Nota: a publicação de Joule é de 1847.

A vitalidade científica, associada a Manchester nesta época, pode ser apreciada através da biografia de Joule escrita por Donald Cardwell¹¹ (1989).

Mas... voltando à viagem a Manchester. O texto começa assim:

I hate railroads (...). I hate to be made to wait for a steam-engine, and for a steam-engine never to wait for me. Horses will wait, and men will wait (...); but a steam-engine will not wait¹²

A maior perda de que nos dá conta este relato é a do contacto com a paisagem e com essa perda começa a perda de ligação ao mundo natural, tão presente nos nossos dias. E este contacto perde por em duas dimensões; por ser rápido (e estamos a falar, nesta época de cerca de 30km/h), não deixando tempo para exclamar “como é bonito!”, e por ser um contacto uniforme. Quer a paisagem seja interessante, ou não, o comboio continua na sua total indiferença ao que o rodeia, tal como é testemunhado nesta passagem:

Then I hate to go every where at the same rate. Over the moor, along the valley, every where, though the country be dull and uninteresting, verdant and laughing, or bold and romantic (...)¹³.

A viagem decorre suscitando estas e outras reflexões. Chega-se a Manchester. Aí, muitos acontecimentos atraem o interesse do narrador. Destacamos a sua sensibilidade, expressa relativamente aos acidentes muito presentes, neste contexto de transformação técnica e social:

What a deplorable complication of calamities did we witness, principally the result of accidents at the various mills and manufactories in the town! Notwithstanding all the perfection of the machinery in Manchester, the mere coming in contact with so many wheels, perpetually in motion, and with such large and weighty bodies – and the constant working of steam-engines, with all suffering and loss of limb¹⁴.

O texto é muito rico e o autor não se esquece de colocar em cena as contradições presentes em vários domínios, numa sociedade industrializada. A título mais anedótico refere a proibição de fumar nas estações de comboio quando o fumo da máquina a vapor corresponderá a muito mais do que o fumo de 10000 cigarros; “the coal smoke is healthy”!

O fumo dos comboios adiciona-se aos fumos em Manchester. Estes são retratados pela historiadora ambiental Dolores Greenberg¹⁵ (1990) desta forma:

¹¹ Cardwell, Donald, *James Joule: a biography*. Manchester: Manchester University Press, 1989.

¹² Anónimo, 1839, op.cit., p.481.

¹³Ibid., p.483.

¹⁴ Ibid., p.490.

¹⁵ Greenberg, Dolores, “Energy, Power, and Perceptions of Social Change in the Early Nineteenth Century”. *The American Historical Review*, 95, 3, (1990), 693-714.

Este texto foi trabalhado por Mariana Valente na sua dissertação de doutoramento: Valente, Mariana, Uma leitura pedagógica do conceito de energia. Dissertação de doutoramento, 1999, não publicada mas acessível na web.

Coal smoke did not merely stain their homes; its dangerous sulfurous vapors polluted the air of factory towns such as Manchester – where the ‘dark mass of smoke hover[ed], like a sooty diadem over this queen of cities’ – and destroyed the lungs of women and children¹⁶.

Esta descrição é tão física que afeta a nossa respiração!

As máquinas sempre suscitaram esperanças e receios. E a máquina a vapor não é exceção. Ela parece ter um poder que suscita receios de substituição do homem pela máquina. Disso nos dá conta esta historiadora (p.712), recorrendo a pensadores das ciências económicas dos princípios do século XIX, como é o caso de David Ricardo. A depreciação do trabalho humano era um receio presente. David Ricardo faz a pedagogia de mostrar quão a máquina a vapor precisa do trabalho humano tanto para o seu funcionamento como para a sua regulação.

Outros há que celebram a emergência do artificial vendo aí a possibilidade de eliminação do trabalho penoso, possibilidade não concretizada.

A máquina a vapor está no centro de grande vitalidade criadora, nas artes, nas ciências, na tecnologia, na literatura e está no centro de atmosferas irrespiráveis e de ruído ensurdecidor, numa expansão muito rápida.

Natureza e tecnologia – a máquina a vapor no cerne de revoluções estéticas

Viajemos, agora, para junto de Berlim. Recuemos um pouco no tempo e eis que a nossa atenção é atraída pela exuberância dos jardins de Peacock Island (Pfauneninsel, Potsdam/Berlim). Estamos nos finais dos anos vinte do século XIX, e seremos guiados nesta incursão pelo interessante trabalho de investigação histórica de Norton Wise & Elaine Wise¹⁷ (2008). A atmosfera é bem diferente da de Manchester. A máquina a vapor ainda não se multiplicou e não se instalou. Os jardins estão agora quase terminados, numa versão de inspiração inglesa¹⁸, mas com uma grande diferença: é decidido colocar em cena o símbolo das sociedades industrializadas: a máquina a vapor. A produção desta exuberância local só é possível pelo conforto das plantas instaladas, garantido por esta máquina que puxa a água e a leva onde é necessária. Esta criação de uma paisagem “natural” é ao mesmo tempo uma criação de uma abordagem estética singular. Contrariamente à estética dos jardins ingleses, onde as máquinas, caso existam, estão escondidas para que o “natural” seja percebido como absolutamente natural, aqui decidiu-se dar visibilidade e relevo à máquina a vapor que torna possível a criação destes jardins. Para

¹⁶ Ibid., p.710.

¹⁷ Wise, Norton & Wise, Elaine, “Staging an Empire”. In Daston, Lorraine (org.), *Things that Talk*. New York: Zone Books, 2008, 101-147.

¹⁸ Depois da derrota de Napoleão a França não era modelo para a Prússia.

isso, é contratado alguém com as competências “[for] managing the stage machinery for an aesthetic empire”¹⁹ (id., p.130).

Wise & Wise mostram a importância filosófica e estética deste gesto de integração da máquina na paisagem:

That the engine should be seen as part of the aesthetics of the presentation, rather than merely a useful tool for moving water, became a matter for philosophical reflection in the lectures on aesthetics of the famed theologian Friedrich Schleiermacher at Berlin University in 1832-1833²⁰

Estes pensadores continuam a destacar a discussão da relação entre natural e artificial, nestas aulas em Berlim, assinalando a fruição de uma “paisagem natural” que só é natural porque o artificial tem o poder de alterar as condições daquele espaço e assinalando este poder. A paisagem natural, sem a intervenção da máquina, mais pareceria uma paisagem não natural, como se pode captar no fragmento de texto que segue:

in the landscape garden, for Schleiermacher, the “security of vegetative life” stabilized *the relation between pleasure in natural life and pleasure in power over nature*. Here the engine on the Pfaueninsel found its proper place within aesthetics of the garden as the comforting expression of security in what would otherwise have seemed as unnatural landscape²¹ (o destaque em itálico é da minha responsabilidade).

O sentimento de “poder sobre a natureza” trouxe-nos até hoje onde nos debatemos com os efeitos desse pseudopoder. Mostrar a máquina fazendo dela fruição estética pela sua encenação, pelo seu valor criativo e pelo conforto que garante às plantas ali colocadas é uma transformação assinalável.

No que diz respeito à relação natural-artificial juntamos mais uma tela de Turner que muito tem interessado os críticos e historiadores de arte. Trata-se da pintura cujo título é *Rain, steam and speed* (ver figura 2).

¹⁹ Norton Wise e Elaine Wise (2008), 130.

²⁰ Ibid., p.130.

²¹ Ibid., p.131.



Figura 2. J. M. W. Turner (1844). Rain, steam and speed – the great western railway.

Photo © The National Gallery, London, released under Creative Commons CC-BY-NC-ND

<https://www.nationalgallery.org.uk/paintings/joseph-mallord-william-turner-rain-steam-and-speed-the-great-western-railway>

Nesta pintura, “steam lies midway between the rain of nature and the speed of human invention”, como escreve Michael Murray²² (1974). Este artigo de Michael Murray centra-se na análise deste quadro, tendo por base um conjunto de questões, tais como: “What happens in this painting? What is the truth of this work of art? How is that that truth set to work in the painting?”²³. Sem entrarmos nos detalhes deste artigo, importa trazer para a nossa narrativa algumas destas questões. Por exemplo, no que diz respeito à verdade deste quadro, várias direções podem ser desenvolvidas. A verdade presente nesta tela foi uma das questões que nos interessou. Por um lado, inserindo-se no movimento romântico, o que Turner pinta corresponde a vivências intensas, como é o caso desta tela, mas pelo outro lado o que está pintado na tela já é percecionado como quase abstrato. É necessário ser ele a dizer que está presente a corrida de uma lebre e é necessário sabermos a história que levou a esta pintura. Já não é o fumo que aqui mais interessa mas sim o vapor. Sim, aqui é o vapor que está em cena. O quadro traduz verdades de uma época emergente: a multiplicação das linhas ferroviárias; a experiência física de Turner ao viajar nesta

²² Murray, Michael, “Art, Technology and the Holy: Reflections on the work of J. M. W. Turner”, *Journal of Aesthetic Education* 8, 2 (1974), p. 79-90.

²³ *Ibid.*, p.81.

linha num dia de tempestade²⁴. A verdade está, também, no questionamento emergente das relações entre natural e artificial, tal como já vimos nos Peacock Gardens. A este respeito, Murray escreve:

steam lies at the heart of locomotive power and yet is the same medium as the cool shower – as it mixes and diffuses with natural weather. It mediates and unites, almost successfully, a power of human fabrication and the power of Nature (...). It breaks down the contrast and opposition between the work of man and Nature²⁵

Se o poder da invenção humano se junta ao poder da natureza na produção de vapor haverá, o entanto, uma grande diferença (para além de outras); a produção de vapor pela máquina é ruidosa, contrariamente ao que acontece na natureza. E onde está a verdade deste ruído? Como assinala Murray, este tipo de arte dificilmente poderá transmitir esse ruído. No entanto, isso não afasta a tela da verdade já que essa ausência pode ser justificada pela absorção do som pelo vapor, elemento unificador de todos os elementos que compõem o quadro.

Michel Delon (1988)²⁶ vê os quadros de Turner recorrendo à ideia de energia²⁷, presente nos artistas românticos²⁸, como forma de sensação nova (a palavra não era muito utilizada antes de finais do século XVIII) e como forma de expressão. Os quadros de Turner, segundo Delon, subvertem a estética da imitação e desenvolvem uma estética da expressão, a nitidez da Mecânica é substituída pelo caos da Termodinâmica, dirá Michel Serres. Já tínhamos visto que o “Temeraire” ainda é pintado segundo as ideias de representação então vigentes, apresentando uma nitidez que não está presente na atmosfera caótica. Segundo Serres²⁹, Turner traduz Carnot. Ora o texto de Carnot, como veremos a seguir, é de 1824 e Turner já em 1815 nos anunciava o fim de uma estética e a emergência de uma nova forma de expressão na pintura (ver figura 3). Com efeito, neste quadro, vemos uma parte em que os mecanismos e a atividade humana são pintados com alguma nitidez, enquanto que, se alargarmos o nosso olhar para o quadro restante nos parecerá difícil distinguir céu e terra. Utilizando as palavras de Delon, diríamos que estamos perante a passagem de uma estética da imitação para uma estética da expressão, tal como afirmámos anteriormente. O “vapor” parece já contaminar esta representação. Também nos jardins de Peacock se coloca em evidência esta passagem. Imitar a Natureza é muito diferente de expor e comunicar

²⁴Uma amiga de Ruskin, crítico de arte contemporâneo de Turner, conta que viajando num comboio em dia de tempestade se admira que alguém com idade já avançada tenha aberto a janela e colocado a cabeça de fora num dia de grande tempestade. Esse alguém é Turner. Os seus quadros resultam sempre de experiências físicas importantes, como romântico que é (Gaunt, William, *Turner - History and Techniques of the Great Masters*, Universidade da Califórnia: Phaidon, 1971).

²⁵ Michael Murray, 2008, op.cit., p.91

²⁶ Delon, Michel, *L'idée d'énergie au tournant des Lumières*. Paris: PUF, 1988.

²⁷ Esta utilização da palavra está na moda nos princípios do século XIX e é anterior à sua utilização nos contextos científicos.

²⁸ Valente, Mariana, Uma leitura pedagógica da construção histórica do conceito de energia, Dissertação de doutoramento (não publicada), 1999.

²⁹ Serres, Michel, *Hermès III – la traduction*. Paris: Editions Minuit, 1974.

a artificialidade dessa criação. “Schleiermacher required the visibility of the engine, so that the steam-powered garden would give the impression of a work of nature ‘enabled by human activity’”³⁰



Figura 3. J.M.W. Turner (1815) Tintagel Castle

Photo © Tate, released under Creative Commons CC-BY-NC-ND

<http://www.tate.org.uk/search?q=Tintagel+Castle+J.+M.+W.+Turner>

Wise & Wise, transcrevem o testemunho de um visitante dos jardins em 1828:

We inspected the machine from front and back, as if we had wanted to remake it at home, but at the end as at the beginning we knew no more than that it was made of iron... To set water in motion by fire was at the beginning of the second quarter of the nineteenth century the highest creation of art, but it will probably not long remain so³¹.

O poder motriz do fogo, aqui tão bem enunciado por este visitante transporta-nos, agora, até Paris.

Carnot e as relações entre a ciência e a tecnologia

Paris, 1824. Estamos numa cidade muito diferente de Manchester, como já referimos anteriormente, ainda pouco industrializada. Na paisagem prolifera a Mecânica mas aproxima-se o tempo

³⁰ Norton Wise e Elaine Wise, 2008, op.cit., p.131.

³¹ Ibid., 129-130

da Termodinâmica. Sadi Carnot tem 28 anos e publica um ensaio revolucionário (ver figura 4) sobre “La puissance motrice du feu”³². Até aqui, a máquina a vapor era objeto de estudo com interesse apenas para os engenheiros.

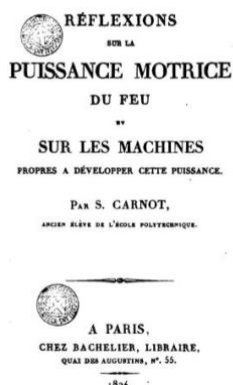


Figura 4. Frontispício da publicação de Carnot

Esta obra começa por fazer o “elogio” do calor ou, dito de outra forma, abre caminho para uma cosmologia do calor. É de salientar que o século XVIII foi caracterizado pelos grandes desenvolvimentos da Mecânica teórica e pela proliferação de engenhos mecânicos. O pensamento mecanicista voltará a ter grande sucesso na segunda metade do século XIX. A inteligibilidade do invisível fará apelo a analogias mecânicas. Mas o demónio de Maxwell está atento, complicando esse poder de inteligibilidade.

A obra de Carnot começa assim:

PERSONNE n'ignore que la chaleur peut être la cause du mouvement, qu'elle possède même une grande puissance motrice: les machines à vapeur, aujourd'hui si répandues, en sont une preuve parlante à tous les yeux.

C'est à la chaleur que doivent être attribués les grands mouvemens qui frappent nos regards sur la terre; c'est à elle que sont dues les agitations de l'atmosphère, l'ascension des nuages, la chute des pluies et des autres météores, les courans d'eau qui sillonnent la surface du globe et dont l'homme est parvenu à employer pour son usage une faible partie; enfin les tremblemens de terre, les éruptions volcaniques, reconnaissent aussi pour cause la chaleur.

³² Carnot, Sadi, *Réflexions sur la Puissance Motrice du Feu et sur les Machines*. Paris: Bachelier, Libraire, 1824. Nota: esta é uma reimpressão de Jacques Gabay, ed., 1990.

(...)

L'étude de ces machines est du plus haut intérêt, leur importance est immense, leur emploi s'accroît tous les jours. Elles paraissent destinées à produire une grande révolution dans le monde civilisé. Déjà la machine à feu exploite nos mines, fait mouvoir nos navires, creuse nos ports et nos rivières, forge le fer, faconne les bois, écrase les grains, file et ourdit nos étoffes, transporte les plus pesans fardeaux, etc. Elle semble devoir un jour servir de moteur universel et obtenir la préférence sur la force des animaux, les chutes d'eau et les courans d'air. Elle a, sur le premier de ces mo-

Figura 5. Excerto inicial do texto de Carnot

Esta parte inicial do célebre texto de Carnot dá-nos uma ideia do seu entusiasmo em torno do poder destas novas máquinas. Elas já povoam o mundo ocidental. O texto prossegue numa elaboração inesperada³³, que partindo do conhecimento de alguns dados chega a uma ideia universal sobre o que rege o rendimento destas máquinas, criando e utilizando um processo de pensamento abstrato. O célebre ciclo de Carnot é difícil de compreender e tem uma natureza de grande abstração. Representa o início da Termodinâmica ligando duas áreas que até aí se desenvolveram separadas: o “movimento” e o “calor”. A metáfora inspiradora para Carnot foi a produção de movimento a partir de uma queda de água. Esta “queda” é nas mãos de Carnot uma queda de “calor”. A analogia, inspirada no funcionamento das máquinas hidráulicas, abundantes na época³⁴, é aqui o motor criativo no desenvolvimento das suas ideias. Não é nosso propósito aprofundar este valioso contributo mas apenas mostrar como ele coloca o “calor” no centro dos eventos, sejam eles naturais ou artificiais. Quando Carnot se interessa pela compreensão teórica destas máquinas estava longe de imaginar consequências ambientais, estava longe de imaginar que no futuro iríamos viver nas ruínas do antropoceno. E estava longe de imaginar o seu contributo valioso no estudo e compreensão da atmosfera.

Em Manchester, na segunda metade da década de 40 do século XIX, Joule escreve e experimenta alimentando um debate, com um jovem académico, William Thomson (futuro Lord Kelvin) que se prolonga por vários anos³⁵. Joule quer mostrar a Thomoson que a ideia de partida de Carnot está

³³ Nenhum físico se interessou nem provavelmente se viria a interessar, naqueles tempos, por estas máquinas. O texto de Carnot só será conhecido e valorizado pela comunidade científica depois de ser divulgado e aplicado por Clapeyron em 1834.

³⁴ O pai de Sadi Carnot era engenheiro hidráulico.

³⁵ Mariana Valente, 1999, dissertação anteriormente citada.

errada. Thomson sente que as ideias de Joule são muito importantes mas não as consegue aceitar, sem todo um debate que se prolonga ao longo dos anos. Joule e Carnot debatiam-se com duas dimensões diferentes, uma que levaria à conservação da energia e que era incompatível com a ideia inicial de Carnot de conservação do calor e outra que daria origem à direção dos fenómenos, à irreversibilidade dos fenómenos, ao conceito de entropia.

Com efeito, Carnot baseou todo o seu pensamento numa ideia de conservação do “calor”. A universalidade das suas ideias não fica afetada por esta ideia “errada” inicial, aliás sem essa ideia possivelmente teria tido dificuldade em construir o seu edifício teórico. É o início do que viria a ser designado, mais tarde, por Segundo Princípio da Termodinâmica. Com Joule, Mayer e Helmholtz³⁶ é o conceito de energia que irá emergir e, com ele, o Primeiro Princípio da Termodinâmica. A inteligibilidade dos dois princípios gerou grandes debates e, do ponto de vista didático, não poderemos abordar a conservação da energia sem uma abordagem à direção dos acontecimentos físicos espontâneos, ou seja, sem uma abordagem ao segundo princípio.

O ensaio de Carnot deu origem a duas décadas de desenvolvimentos significativos, juntando o teórico e o aplicado, de forma muito frutuosa. Exemplo desses desenvolvimentos é o Laboratório de Victor Regnault, onde trabalharam figuras importantes (de entre os quais William Thomson).

A máquina a vapor, mais uma vez, ocupa um lugar de revolução e um lugar de união ente o teórico e o aplicado. Se seguirmos o debate entre Joule e Kelvin (William Thomson)³⁷ constataremos essa presença inicial. Quem sabe se o interesse de Joule pela relação entre “calor” e movimento (1843-1844) terá nascido quando, em criança corria para observar os comboios a passar.

O poder da máquina a vapor é tão presente que atravessa vários domínios e torna-se, ela própria metáfora para a natureza e para o pensamento. Como escreve du Bois-Reymond a Helmholtz, em 1852: “It is a spectacle for the gods to see the muscle working like the cylinder of a steam engine”³⁸.

A Máquina a Vapor no Ensino da Física

O poder da máquina a vapor não é apenas físico e tecnológico. Como vimos, está no cerne de profundas alterações das quais somos herdeiros. Esta máquina fala através das múltiplas ligações que podemos estabelecer. Não é apenas um objeto isolado, no espaço e no tempo.

³⁶ Ibid.

³⁷ Smith, Crosbie, *The Science of Energy: a cultural history of energy physics in Victorian Britain*. London: The Athlone Press, 1998.

³⁸ Brain, Robert, & Wise, Norton, “Muscles and Engines: Indicator Diagrams and Helmholtz’s Graphical Method”, In: Mario Biagioli (org.), *The Science Studies Reader* (New York: Routledge, 1999), 51-66.

Na introdução afirmámos o nosso interesse pedagógico. É, pois, essencial ver se esta máquina tem também um papel charneira no contexto da educação científica. Para isso, retomaremos os objetos inicialmente referenciados (figuras 6 e 7), elementos do espólio do Liceu Nacional de Évora.

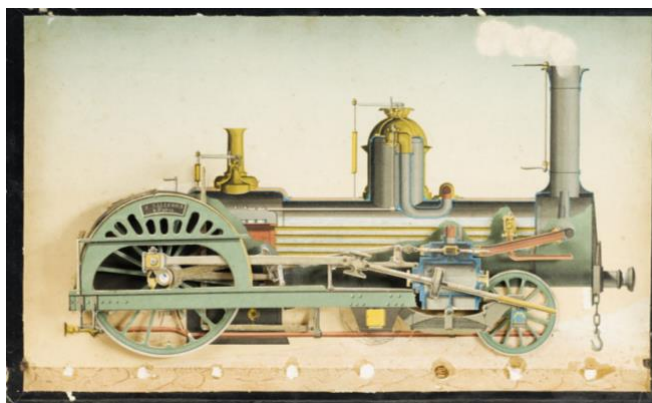


Figura 6. Modelo em cartão de máquina locomotiva (aquisição 1877).

Fotografia © Ciência na Cidade de Évora – O Olho e a Mão na Arte de Medir (catálogo³⁹)

Em 1877, ano de aquisição do modelo representado na figura 6⁴⁰, o programa da cadeira de Physica, Chimica e Introdução à História Natural⁴¹, introduz a máquina a vapor numa perspetiva descritiva, explicitando o necessário conhecimento dos seus órgãos principais. O modelo adquirido permite demonstrar a transmissão de movimento na locomotiva a vapor. Poderemos, assim, constatar que a ênfase não estará numa perspetiva de ligação entre calor e movimento, embora seja introduzida uma unidade de medida cheia de significado: o “cavallo vapor”.

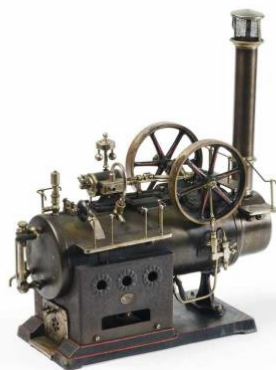


Figura 7. Modelo tridimensional da máquina a vapor (aquisição 1940).

Fotografia © Ciência na Cidade de Évora – O Olho e a Mão na Arte de Medir (catálogo⁴²)

³⁹ Candeias, António, et al., O Olho e a Mão: a Arte de Medir (Évora: Ciência na Cidade de Évora, 2008).

⁴⁰ Rosado, Fernando. Algumas Notas sobre a Coleção dos Objetos Científicos de Física em um Século de Ensino no Liceu de Évora (1841-1941). Dissertação de Mestrado, 2013 (não publicada).

⁴¹ Consultar legislação: Decreto de 9 de setembro de 1863.

⁴² Candeias, António, et al., O Olho e a Mão: a Arte de Medir (Évora: Ciência na Cidade de Évora, 2008).

O modelo tridimensional, aqui apresentado, terá sido adquirido em 1940⁴³. Ao longo dos anos, que separam estas aquisições, os inventários do Liceu Nacional de Évora vão testemunhando a presença da máquina a vapor, valorizando a importância do contacto com o objeto referido nos programas e apresentado nos manuais escolares. Estes dois modelos estão separados por 63 anos. O valor didático deste objeto mantém-se ao longo dos tempos até aos nossos dias, protagonizando modelos de ensino muito diferentes.

Com a presença do modelo de cartão podemos inferir que a observação da transmissão de movimento se junta a essas descrições palavrosas dos manuais. A presença do objeto, embora apareça num contexto em que o ensino é maioritariamente descritivo, desencadeará, em quem o observa, momentos de "pensamento visual", e se tiver oportunidade para isso momentos de "pensamento tátil", como diria Baird (2004).

A partir de 1895⁴⁴, a Reforma de Jaime Moniz, em Portugal, tenta direcionar o ensino numa via equilibrada de desenvolvimento da pessoa. No que diz respeito ao ensino das ciências preconiza-se a valorização do pensamento indutivo. Em 1905 esta reforma é revista nalguns pontos, mantendo-se em vigor, com pequenas alterações ao longo do tempo, mesmo após a implantação da República. A crítica ao ensino descritivo não o transforma num ensino indutivo. Dando um salto no tempo poderemos verificar que o programa da disciplina, atrás referida, em 1936 continua a consagrar o estudo elementar da máquina a vapor. Este estudo aparece antes do equivalente mecânico da calor. O que significa isso? Ter-se-ão vivido alguns momentos de indução com recurso a este interessante modelo de 1940? Poderá ter havido demonstrações ou tão somente presença do objeto. Como poderia ser suscitada a indução neste caso? Se consultarmos os manuais escolares encontramos, mais uma vez, apenas uma descrição pormenorizada da máquina a vapor. Este objeto tridimensional ainda não fala.

Os modelos de ensino foram mudando e, nos anos 80, o construtivismo aponta para a necessidade de trabalhar a didática numa perspetiva de mudança conceptual.

A década de oitenta do século XX foi muito profícua na investigação didática sobre o ensino da energia. Joan Solomon⁴⁵ foi uma das investigadoras que deu grande relevância a este conceito. Se consultarmos a sua obra de 1983 sobre "the power of work" vamos encontrar a máquina a vapor numa perspetiva de inteligibilidade do mundo físico. Nesta obra é apresentado o seguinte esquema, onde estão representadas transformações de "calor" em movimento (esquema da máquina a vapor) e em eletricidade:

⁴³ Esta data foi fixada recorrendo a vários documentos e a uma fotografia. há, contudo, alguma incerteza.

⁴⁴ Legislação: Decreto de 14 de agosto de 1895, Decreto nº3, de 3 de novembro de 1905, Decreto-lei nº27:085, de 14 de outubro de 1936.

⁴⁵ Solomon, Joan, *Energy: the power to work*. Oxford: Basil Blackwell, 1983.

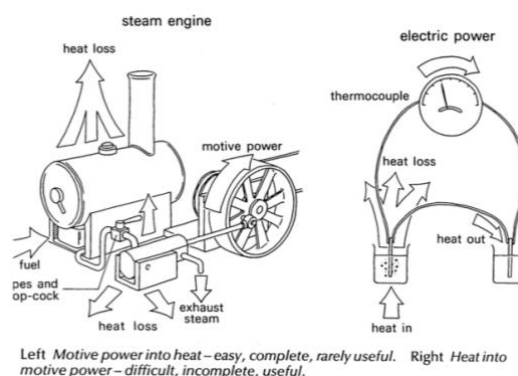


Figura 8. Esquema retirado do livro de Joan Solomon⁴⁶

Estes esquemas aparecem associados às questões:

If we look at a working model of a steam engine like the one illustrated is not difficult to see where heat leaks away. A lot escapes round the boiler and the hot pipes. How could this be reduced? Does this happen in a car?

Spent steam and hot water are exhausted from the cylinder at each stroke. Could this outlet be blocked up?⁴⁷

São boas questões para diferenciarmos as perdas de energia térmica por condução e por radiação, que podem ser diminuídas com alguns materiais de isolamento adequados, e a “perda” irremediável de energia térmica utilizável associada ao funcionamento da máquina a vapor. Esta “perda” está associada a um princípio universal, segundo princípio da Termodinâmica, que definitivamente encerra a procura de movimento perpétuo de segunda espécie. Voltando à máquina a vapor tapar o orifício por onde sai o vapor fará parar a máquina, já que o seu funcionamento implica a passagem de energia térmica de uma fonte quente para uma fonte fria, tal como estabelecido por Carnot. Com a teorização destas máquinas podemos saber como aumentar a eficiência de uma máquina a vapor. Com Carnot, Clausius, Maxwell, Planck e outros, este princípio torna-se uma das importantes “leis da natureza” e tem um papel importante na inteligibilidade do mundo natural habilitando-nos na produção artificial de mundo.

Sublinho o gesto que pode tapar a saída do vapor, gesto inútil já que o movimento cessa. Uma perplexidade que incorpora uma lei universal. Do fenomenológico ao abstrato e vice-versa. Quão importante ainda poderá ser o recurso a um modelo semelhante, nos contextos de ensino e de aprendizagem? A máquina a vapor continua a estar presente em certos contextos formativos, através do ciclo de Carnot, mas esta presença é cada vez mais abstrata.

O ruído; os fumos; a dor; as esperanças e os receios, e as histórias que ela protagonizou podem ajudar este “objeto” a falar, muito para além das questões conceptuais. Dispomos, hoje, de recursos

⁴⁶ Ibid., p.16.

⁴⁷ Ibid., p.17.

multimédia, de recursos históricos, que enriquecem as histórias que podemos fabricar e contar. As tais histórias que geram "calor".

Reflexão final

Estas narrativas, onde posso inserir o objeto tridimensional de ensino, permitiram-me concretizar uma ideia de Lorraine Daston (2008)⁴⁸ e que muito me tem orientado, onde é referida a mutabilidade das coisas na sua recontextualização, e passo a citar: “although certain influential theorists of material culture have stressed the objectivity of the artifact, I can only recognize the reverse: the mutability of things in recontextualization”⁴⁹.

Depois deste percurso, a máquina a vapor e o objeto pedagógico que a representa aparecem-nos mudados. São aqui instrumentos de pensamento científico, social e técnico e são instrumentos de cultura. O objeto pedagógico ganha mundo, ganha corpo, ganha velocidade, para além das dimensões descritivas e conceptuais a que esteve pedagogicamente associado, aí quase sem corpo.

A construção deste tipo de narrativas exige uma abordagem cultural da história das ciências. Por exemplo, autores como Michel Delon⁵⁰ (pensador das humanidades) ajudaram-me a encontrar percursos que enriquecem a relação com conceitos científicos, neste caso concreto com o conceito de energia, e que enriquecem o questionamento e o encontro com visões do mundo diversas.

Os modelos da máquina a vapor são ainda objetos de grande valor didático, seja como instrumento valioso de construção de conceitos (energia, entropia), seja como objetos de grande eloquência, em que ideias de domínios tão diferentes como a arte, natureza, ciência, tecnologia, sociedade, ambiente, podem convergir para fazer falar esse objeto. Dei a ver como esse objeto protagonizou ligações e subversões, como esse objeto foi afetando domínios diversos, como a sua multiplicação está na origem de afeções de vidas e da vida do planeta, e também como a sua compreensão científica e filosófica, e a sua apreciação estética e ética, estarão na origem de transformações educativas. Dessas transformações destacamos a urgência do desenvolvimento de modos de educar para a condição terrestre⁵¹, e é o que estas histórias já começam a fazer.

⁴⁸ Daston, Lorraine, *Things that Talk* (New York: Zone Books, 2008).

⁴⁹ Ibid., p. 17.

⁵⁰ Op.cit.

⁵¹ Pellaud, F. & Eastes, R-E. *Éduquer à la condition terrestre , Éducation relative à l'environnement* [En ligne], Volume 15 - 2 | 2020, mis en ligne le 21 janvier 2021, consulté le 28 mars 2022. URL: <http://journals.openedition.org/ere/5606> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/ere.5606>

Autora

Mariana Valente

mjv@uevora.pt