

CIÊNCIA NA LITERATURA E LITERATURA NA CIÊNCIA

Cecília Galvão

Departamento de Educação e Centro de Investigação em Educação da Faculdade de Ciências
da Universidade de Lisboa
cgalvao@fc.ul.pt

Resumo

Ciência e literatura, apesar de terem linguagens específicas e métodos próprios, podem ficar valorizadas quando postas em interação, proporcionando diferentes leituras e novas perspectivas de análise. Neste artigo pretendo evidenciar algum do diálogo possível entre saberes diversos, olhando para alguns exemplos quer da nossa literatura quer de textos científicos, fazendo emergir sentidos que proporcionam uma compreensão global. Recorro à teoria da complexidade para, de uma forma breve, justificar essa necessidade de apreensão holística do mundo. Apresento ainda algumas implicações deste diálogo de saberes para a escola, particularmente para a educação em ciência.

Palavras-chave

Ciência; Literatura; Educação em ciência.

Abstract

Science and Literature, despite their specific languages and methods, can profit from an analysis where different meanings and perspectives are enhanced. In this paper I present a possible dialogue between these fields of knowledge, using some excerpts of literature and others excerpts of scientific texts, to discover a global understanding. I use the theory of complexity as the fundament, in a glance, of the necessity nowadays of looking at the world through a holistic lens. I present also some implications of this different knowledge dialogue for the school, mainly as regards science education.

Key Words

Science; Literature; Science education.



Introdução

A tradição do ensino em Portugal tem estabelecido barreiras bem definidas entre as Ciências e as Humanidades. A disciplinarização nos currículos e a formação mono disciplinar, em geral, dos professores, têm perpetuado sem muito questionamento este modo de abordar os assuntos. Começamos, no entanto, nos últimos anos, a ser confrontados com opiniões diversas, provenientes de pessoas em áreas também diferentes do saber. Richard Dawkins, no seu livro “Decompondo o arco-íris”, faz a apologia da importância do conhecimento científico para compreender e apreciar ainda melhor, do ponto de vista estético, a natureza. A beleza do fenómeno visualizado, aliada à explicação científica, igualmente bela, favorece ainda mais, para quem a conhece, a admiração pela complexidade caleidoscópica da ocorrência. Para Dawkins (1998), compreender cientificamente o arco-íris em nada diminui a apreciação do seu multicolorido contrastante com a tonalidade do céu. A verdadeira beleza está na compreensão do que o que vemos são miríades de arco-íris formados por refração e por reflexão da luz do sol em cada uma das gotas de água que compõem as nuvens, e que actuam como um espelho côncavo. O que chega a cada um de nós é diferente do que chega aos olhos dos outros, em ângulos diferentes. É fascinante pensarmos que não é um, mas uma multiplicidade de arco-íris e que se caminharmos na sua direcção vamos vendo formar-se, sucessivamente, os diversos resultados das múltiplas refrações e reflexões, o que torna o fenómeno ainda mais belo.

Vindo também da ciência, mas olhando agora da perspectiva da arte, António Damásio (2006) defendeu, na Conferência Mundial de Educação Artística, promovida pela UNESCO, que "um currículo escolar que integra as artes e as humanidades é imprescindível à formação de bons cidadãos... A ciência e a matemática são muito importantes, mas a arte e as humanidades são imprescindíveis à imaginação e ao pensamento intuitivo que estão por trás do que é novo. As capacidades cognitivas não bastam ". Na mesma conferência, o psicólogo Ken Robinson defendeu igualmente a complementaridade entre a ciência e a arte, dizendo que “os grandes cientistas são incrivelmente criativos e intuitivos. O processo científico valida, demonstra. É a imaginação que cria”.

E se da ciência encontramos exemplos variados, que dizer de obras literárias em que a ciência assume dimensões indispensáveis à compreensão da narrativa? Almeida e Strecht-Ribeiro (2001) demonstram, de uma forma clara, como a ecologia (ciência que estuda a natureza nas suas múltiplas interações) e os ecologismos (perspectivas ambientalistas) se podem exemplificar através de diversas obras



literárias de autores portugueses, como “Os bichos” de Miguel Torga, ou “O Romance da raposa” de Aquilino Ribeiro. “Se, como foi ilustrado, é possível a abordagem consistente de temas de ecologia na literatura, esta revela-se igualmente um auxiliar ainda mais estimulante para fomentar a reflexão acerca da conduta da humanidade em relação às outras formas de vida e aos próprios ecossistemas, ao mundo que recriamos, e ao mundo que queremos delegar às gerações vindouras” (p. 79). E o enriquecimento pode ser ainda maior se tivermos como premissa que a linguagem científica e a linguagem literária são diferentes. “Um poema, ao invés do discurso científico, quanto menos significado tem (sentido tradicional do termo) mais possibilidade tem de fazer sentido” (Santos, 2001, p. 346). Um poema “esconde sob o mesmo termo objectos diferentes. Por exemplo, a Natureza, o Sol e a água da poesia não são exactamente a mesma Natureza, o Sol e a água da ciência” (Santos, 2005a, p.2).

Mas é precisamente essa diferença que nos permite, se assumida e compreendida, aceder a várias perspectivas do conhecimento. É possível explorar as obras identificando: 1) a ciência na narrativa, delimitando as respectivas dimensões, 2) as culturas em confronto, em interacção ou em complemento, 3) a dimensão social, e a dimensão literária, e discutir se estas beneficiam dos conceitos científicos, 4) o que se ganha com uma visão multidimensional, complexa, de cultura, e 5) de que modo a subjectividade atravessa a nossa análise e se cruza com a objectividade da ciência. Haverá ciência objectiva? E análise neutra? Estas questões remetem para o problema da subjectividade na observação e na investigação, seja ela de que natureza for, e para a importância da intersubjectividade. É a tomada de consciência de que “o outro”, com a sua especificidade e idiosincrasias, está presente na nossa interpretação, devolvendo-nos o efeito do impacto das palavras e dos juízos que vamos fazendo, dando sentido às representações sociais que vamos construindo e de que julgamos, por vezes, ter a exclusividade.

Neste artigo pretendo continuar este diálogo, porque é de um diálogo que se trata, entre saberes diversos, olhando para alguns exemplos da nossa literatura que devem parte da sua beleza à ciência, bem como recorrer a alguns exemplos de textos científicos que ficaram valorizados por terem sido escritos de uma forma literária.

Dialogar para Compreender Melhor a Ciência

Edgar Morin, (1991), ao discutir o pensamento complexo, analisa a evolução do pensamento científico e do pensamento literário ao longo dos séculos, e fá-lo pela



procura da relação que considera fundamental para responder às próprias interrogações:

“Durante toda a minha vida, nunca pude resignar-me ao saber parcelado, nunca pude isolar um objecto de estudos do seu contexto, dos seus antecedentes, da sua evolução. Sempre aspirei a um pensamento multidimensional. Nunca pude eliminar a contradição interior. Sempre senti que verdades profundas, antagónicas umas às outras, eram para mim complementares, sem deixarem de ser antagónicas. Nunca quis esforçar-me para reduzir a incerteza e a ambiguidade.” (p. 10).

Diz Morin que o princípio da disjunção, de redução e da abstracção dominou o pensamento ocidental desde o século XVII. Descartes, por exemplo, separou o sujeito pensante (*ego cogitans*) da ciência ou coisa extensa (*res extensa*), acontecendo, portanto, a separação entre a filosofia e a ciência. Este princípio isolou radicalmente uns dos outros os três grandes campos do conhecimento científico: a física, a biologia, a ciência do homem. E porque “a inteligência cega” não nos permite ver os conjuntos e as totalidades, isolando os objectos à nossa volta, “a complexidade é o tecido de acontecimentos, acções, interacções, retroacções, determinações, acasos, que constituem o nosso mundo fenomenal.” (p. 18). Continuando a sua análise, Morin afirma que nas suas disputas epistemológicas Popper, Kuhn, Lakatos, Feyerabend, etc, ignoraram a complexidade. Bachelard, no entanto, afirmou: “o simples não existe: só há o simplificado. A ciência constrói o objecto extraíndo-o do seu meio complexo para o colocar em situações experimentais não complexas. A ciência não é o estudo do universo simples, é uma simplificação heurística necessária para libertar certas propriedades e mesmo certas leis” (p. 20).

A ciência dos séculos XIX e XX tenta eliminar o que é individual e o singular para reter leis gerais e identidades simples e fechadas. O romance da mesma época mostra-nos seres singulares nos seus contextos e no seu tempo. Cada ser tem uma multiplicidade de papéis e de identidades, uma multiplicidade de personalidades nele próprio, um mundo de fantasmas e de sonhos que acompanha a sua vida. Os cientistas, de Descartes a Newton, tentavam conceber um universo que fosse uma máquina determinista perfeita (uns com Deus, outros sem ele, nesse universo). Os romancistas, como Balzac, Dickens, Dostöievsky, Faulkner, Proust, mostram nas respectivas obras que não é simplesmente a sociedade que é complexa, mas cada pessoa.



Ciência e literatura, apesar das suas linguagens específicas e de métodos próprios, ganham quando postas em interação e ganha a humanidade quando se apercebe das diferentes leituras que as duas abordagens lhe permitem fazer. Começamos com algumas obras literárias onde o conhecimento científico é um foco central de compreensão da narrativa. Na sua obra “Cem anos de solidão” Gabriel Garcia Marques cria a personagem Melquíades, um cigano que vende os últimos gritos da tecnologia:

“Em Março voltaram os ciganos. Desta vez levavam um óculo de longo alcance e uma lupa do tamanho de um tambor, que exibiram como última descoberta dos judeus de Amesterdão. Sentaram uma cigana num extremo da aldeia e instalaram o óculo à entrada da tenda. Mediante o pagamento de cinco reais, quem quisesse olhava pelo óculo e via a cigana ao alcance da mão. ‘A ciência eliminou as distâncias’, apregoava Melquíades. ‘Em breve o homem poderá ver o que se passa em qualquer lugar da Terra, sem sair de sua casa’. Em certo meio-dia abrasador, fizeram uma assombrosa demonstração com a lupa gigantesca: puseram um monte de erva seca no meio da rua e atearam-lhe fogo pela concentração dos raios solares.” (p. 10)

A evolução do conhecimento científico vai acompanhando o desenrolar da narrativa, tomando o leitor contacto com os diversos instrumentos tecnológicos que permitem a evolução desse conhecimento, à medida que uma das personagens principais do romance, imbuída de espírito investigativo, se embrenha cada vez mais na procura de novas ideias que lhe permitem construir explicações para os fenómenos, alimentando, cada vez mais, a sua curiosidade:

“Pelo seu punho e letra escreveu uma resumida síntese dos estudos do monge Hermann, que deixou à sua disposição para que pudesse servir-se do astrolábio, da bússola e do sextante. José Arcadio Buendía passou os longos meses de chuva fechado num quatinho que construíra ao fundo da casa para que ninguém perturbasse as suas experiências. Tendo abandonado completamente as obrigações domésticas, permaneceu noites inteiras no quintal a observar o curso dos astros e esteve quase a contrair uma insolação por pretender estabelecer um método exacto para encontrar o meio-dia. Quando se tornou perito no uso e manejo dos seus instrumentos, teve uma noção do espaço que lhe permitiu navegar por mares incógnitos, visitar territórios desabitados e travar relações com seres esplêndidos, sem necessidade de sair do seu gabinete.” (p. 12)



A incompreensão da sociedade perante o sábio, e a tentativa de destruição de algo que só o esforço e a abnegação tinham conseguido é bem evidenciado por Garcia Marques no extracto seguinte:

“As crianças haveriam de recordar para o resto das suas vidas a augusta solenidade com que o pai se sentou à cabeceira da mesa, trémulo de febre, devastado pela prolongada vigília e pelo ardor da sua imaginação, e lhes revelou a sua descoberta:

— A Terra é redonda como uma laranja.

Úrsula perdeu a paciência: ‘Se queres ficar maluco, fica tu sozinho’, gritou. ‘Mas não metas na cabeça das crianças as tuas ideias de cigano’. José Arcadio Buendía, impassível, não se deixou amedrontar pelo desespero da mulher, que num acesso de cólera lhe desfez o astrolábio contra o chão. Construiu outro, reuniu no quartinho os homens da aldeia e demonstrou-lhes, com teorias que para todos eles eram incompreensíveis, a possibilidade de regressar ao ponto de partida navegando sempre para oriente.” (p. 12)

E todo o texto, numa narrativa rica, estabelece esta ligação fortíssima com a ciência e a tecnologia e com as possibilidades de viajar para além do espaço de nascença, numa dimensão que só a procura incessante do conhecimento consegue dar. Mas não são só os objectos tecnológicos que estão presentes neste romance, é a própria história da ciência que está em evidência e as implicações sociais das descobertas científicas. As possibilidades variadas de exploração de significados tornam este romance muito rico, por exemplo, numa situação escolar.

Numa perspectiva bem diferente, porque mais actual e recorrendo a conhecimentos da química, da ecologia e da genética, Jean Christophe Granger desenvolve no livro “Rios de púrpura” uma narrativa policial em que se investiga uma sucessão de mortes numa região montanhosa de França. A história desenrola-se entre uma população de universitários com características humanas pouco habituais, uma vez que aliam o vigor físico ao génio intelectual. A universidade situa-se num vale, mas interage com uma população que habita e trabalha nas montanhas, palco de alpinismo dos universitários.

O primeiro cadáver apareceu mutilado e encravado numa brecha da montanha. A autópsia revelou, entre outros elementos, que os olhos da vítima tinham sido arrancados, contendo as cavidades orbitais água acidificada. Compreender fenómenos da poluição e da evolução da composição da água são indispensáveis para deslindar os assassínios que vão acontecendo, do mesmo modo que só é



perceptível toda a maquinação que leva à evolução diferenciada daquelas populações, se os mecanismos básicos de genética e de hereditariedade fizerem parte do conhecimento do leitor. O autor explica de um modo simples todos os fenómenos, recorrendo a cientistas que vão sendo os auxiliares dos detectives. Trata-se de uma obra admirável que intercruza o conhecimento científico e o literário de uma forma extremamente cativante. Dou apenas um exemplo:

“– Confirma que esta composição se refere a uma poluição ligada à combustão da lenhite?

- Pelo menos, uma poluição fortemente ácida, sim. Frequentei seminários sobre o assunto. – Voltou a ler a fórmula. - As taxas de H₂SO₄ e de HNO₃ são ... excepcionais. Mas, repito-lhe: já não existem centrais deste tipo na região. Nem aqui, nem em França, nem na Europa Ocidental. (...)

- Onde se poderia então encontrar uma actividade industrial que gerasse uma poluição assim?

- A mais de oitocentos quilómetros daqui, nos países do leste. (...) Esta água pode ter chegado até nós pelas nuvens. (...) Imagine uma central térmica, situada algures na Europa de leste. Imagine umas grandes chaminés que expõem dióxido de enxofre e dióxido de azoto durante todo o dia... Tais chaminés elevam-se por vezes até trezentos metros de altura. Os espessos borbotões de fumo sobem, sobem, depois fundem-se nas nuvens... Se não há vento, os venenos permanecem no território. Mas se o vento sopra, por exemplo, na direcção ao Oeste, então os dióxidos viajam, levados pelas nuvens que vêm em breve despedaçar-se nas nossas montanhas e se transformam em chuvas diluvianas. É aquilo que se chama as chuvas ácidas que destroem as nossas florestas. (...) Informe-me sobre as indústrias de lenhite. Hoje em dia, mesmo nos países de leste, as chaminés onde se queima esse combustível estão guarnecidas de filtros específicos. Ou então os minérios são dessulfurados. Em suma, essa poluição baixou muito desde os anos 60. Chuvas assim tão poluentes já não caem em parte alguma desde há trinta e cinco anos. Felizmente! (...) Tem a certeza que o cadáver encerra esses vestígios de água?

- Absoluta.

- Então, é incrível, mas a vítima provém do passado. Apanhou uma chuva que caiu há mais de trinta anos... (...)

O Sol dardejava agora os seus raios transversalmente, aureolando os arabescos mimosos das nuvens. O brilho da luz ricocheteava nos cumes do Grande Pico de Belledone, refractando-se nas neves eternas. (...) Acabava de compreender



onde Rémy Caillois fora morto. Acabava de inferir onde podia encontrar água datada de há mais de trinta e cinco anos.

Não era na terra.

Não era no céu.

Era nos gelos.

Rémy Caillois fora morto muito acima de dois mil metros de altura. Fora executado nos glaciares, a três mil metros de altitude. No sítio onde as chuvas de cada ano se cristalizam e permanecem na eternidade transparente do gelo.

Era esse o local do crime. E isto era algo de concreto.” (pp. 122-128).

As possibilidades de exploração científica são inúmeras, uma vez que as situações se vão sucedendo com uma grande riqueza de pormenores. Há, para além desta análise parcelar, a possibilidade de aprofundamento de uma temática sempre actual, o eugenismo, com as correspondentes implicações sociais e éticas, uma vez que constitui a motivação geral dos crimes, podendo tornar-se num tema de discussão em situação de aula.

Noutro género temos “A jangada de pedra” de José Saramago. A obra desenvolve-se a partir de um acontecimento inexplicável: um acidente geológico que ocasionou uma fenda profunda nos Pirenéus, entre a França e a Espanha. Este fenómeno teve como consequência a separação da Península Ibérica da Europa, ficando aquela à deriva como uma jangada de pedra. O que é relatado no excerto reporta-se ao início em que os dois países directamente envolvidos (França e Espanha) tentam perceber o que está a acontecer.

“Chegaram as duas partes à fala, mas a conversa não foi extensa nem profícua, pouco mais que as interjeições de um justificado espanto, um hesitante aventar de hipóteses novas pelo lado dos espanhóis, enfim, uma irritação geral que não encontrava contra quem se voltar, os franceses daí a pouco já sorriam, afinal continuavam a ser donos do rio até à fronteira, não precisariam de reformar os mapas.

Nessa tarde, helicópteros dos dois países sobrevoaram o local, fizeram fotografias, por meio de guinchos desceram observadores que, suspensos sobre a catarata, olhavam e nada viam, apenas o negro boqueirão e o dorso curvo e luzidio da água. (...) Foi nesta altura que, em profusão e diversidade internacional, apareceram os geólogos. Entre Orbaiceta e Larrau já havia de tudo um pouco, se não muito, como antes se enumerou, agora chegavam em força os sábios da terra e das terras, os averiguadores de movimentos e acidentes,

estratos e blocos erráticos, de martelinho na mão, batendo em tudo quanto fosse pedra ou pedra parecesse.

(...) A discussão dos sábios tornara-se quase impenetrável para entendimentos leigos, mas, ainda assim, podia-se ver que havia duas teses centrais em discussão, a dos monoglacialistas e a dos poliglacialistas, ambas irreduzíveis, e não tarda inimigas, como duas religiões antitéticas: monoteísta uma, politeísta outra. Algumas declarações chegavam a parecer interessantes, como aquela de as deformações, certas deformações, poderem ser devidas, quer a uma elevação tectónica quer a uma compensação isostática da erosão. Tanto mais, acrescentava-se, que o exame das formas actuais da cordilheira permite afirmar que ela não é antiga, geologicamente falando, claro. Tudo isto, provavelmente, teria que ver com a fenda. Afinal, uma montanha sujeita a tais jogos de tracção e braço-de-ferro, não admira que lá venha o dia em que se veja obrigada a ceder, a partir-se, a desmoronar-se, ou, como no caso vertente, a abrir racha.” (pp. 23-26)

A explicação científica para a origem da fenda, a par com a sua reivindicação para fins turísticos, o acompanhamento pelos *media*, as negociações a nível de governo e a explicação do fenómeno por qualquer mirone, estabelecem um equilíbrio entre ciência, tecnologia e sociedade com possibilidades maiores de discussão didáctica. Aliada, claro, a uma riqueza literária indiscutível, aqui apenas visualizada numa ínfima dimensão.

Entrando para o mundo da poesia, e se pensarmos apenas em Fernando Pessoa, mais precisamente no seu heterónimo Álvaro de Campos, encontramos nas suas obras diversas referências à ciência e à tecnologia. Mas é nos poemas de António Gedeão que o cientista Rómulo de Carvalho melhor cruza ciência e literatura. “Lágrima de preta”, “Lição sobre a água” e “Galileu” são três grandes poemas que explorados nas duas perspectivas podem enriquecer qualquer explicação científica e qualquer análise literária. Permitem, como referem Almeida e Street-Ribeiro (2001) a emergência ao longo de todo o processo formativo de um estado de vigilância interdisciplinar. Esta interacção, este diálogo de saberes aproxima de uma forma biunívoca as linguagens científica e literária, mas permite sobretudo trazer a ciência aos cidadãos de outra maneira, sem a imposição da ciência em si mesma, diluindo-a no romance, embora sem a desvirtuar. Sem se fazer a apologia da descaracterização da abordagem científica, indispensável ao aprofundamento e à compreensão da ciência na sua totalidade, esta aproximação permite o confronto de dois campos



tradicionalmente antagónicos, pelo menos em abordagens curriculares, valorizando um e outro.

Voltaremos a estes poemas um pouco mais à frente.

Esbater Fronteiras para Valorizar a Literatura

Os textos científicos são normalmente representados, pelo menos para o cidadão comum, por linguagem hermética, fórmulas incompreensíveis e explicações só acessíveis a um público restrito. Mesmo as obras de divulgação científica só são, de um modo geral, lidas por especialistas, perdendo a intenção com que foram concebidas. Apesar de não haver qualquer incompatibilidade entre as competências científicas e o dom de expressão artística por meio das palavras, de facto, a grande maioria dos escritos científicos não pode de forma alguma, e por mais abrangente que seja a definição de literatura, entrar no domínio literário. São raros os cientistas que usam uma linguagem acessível e que, por receio de, ao simplificar, desvirtuar a própria ciência, conseguem fazer passar mensagens claras, ajudando mais a divulgação da ciência desta maneira. Por vezes basta a incursão em formas literárias que cativam o leitor e o conduzem para os conceitos científicos que parecem assim ser mais facilmente compreendidos. É o caso de Carl Sagan que, com a sua capacidade admirável de ilustrar o que queria dizer, cativou milhões de pessoas quer sob a forma de leitura dos seus livros quer sob a forma de ouvintes das suas palestras televisivas. Que dizer de um trecho como o que se segue, senão que é uma excelente prosa literária onde a ciência é iniciada, estimulando o leitor a ir mais longe:

“Ainda em 1939, os meus pais levaram-me à Feira Mundial de Nova Iorque, onde pude desfrutar uma visão de um futuro perfeito que a ciência e a alta tecnologia tornavam possível (...) ‘Vejam o som’, era a ordem surpreendente de um cartaz. E, claro, quando o martelinho bateu no garfo, uma bela onda sinusoidal atravessou o ecrã do osciloscópio. ‘Ouçam a luz’, era a exortação de outro cartaz. E, claro, quando o clarão cintilou na célula fotoelétrica, ouvi qualquer coisa como as interferências do nosso rádio motorola quando o ponteiro se encontrava entre duas emisoras. Era evidente que o mundo encerrava maravilhas de que eu nunca suspeitara. Como podia um som transformar-se em imagem e a luz tornar-se ruído?” (p.11)

Ou o relato sobre a escola em que fica bem presente a compartimentação excessiva e apenas o recurso à memorização:



“Havia a memorização maquinal da tabela periódica dos elementos, alavancas e planos inclinados, a fotossíntese das plantas verdes e a diferença entre a antracite e a hulha (...) Nas aulas laboratoriais do liceu havia uma resposta que devíamos dar e se não o conseguíamos tínhamos nota negativa. Não havia estímulo para nos debruçarmos sobre os nossos interesses, palpites ou erros conceptuais. No final dos manuais havia material que se podia considerar interessante, mas o ano acabava sempre antes de lá chegarmos. Encontravam-se livros maravilhosos sobre astronomia nas bibliotecas, por exemplo, mas não na sala de aula. As contas de dividir eram ensinadas como um conjunto de regras de um livro de cozinha (...) No liceu a extracção de raízes quadradas era-nos apresentada com veneração, como se fosse um método sagrado. Tudo o que tínhamos a fazer era recordar o que nos tinham mandado fazer. Dá a resposta certa e não te rales se não percebes o que estás a fazer.”
(p. 12)

Esta descrição, infelizmente ainda actual em algumas das nossas escolas, é a antítese da tese que quero demonstrar e de como cativar para a ciência tem de passar por outros métodos de espicaçar a curiosidade e envolver os alunos numa pesquisa permanente pelo conhecimento, levando-os a esforçarem-se a aprender. O discurso escolar referente à ciência e o discurso científico encontram-se muitas vezes através do divulgador científico, cientista que escreve para o público em geral, podendo levar à existência de relações entre o conhecimento científico e o que dele se trabalha na escola.

Temos de ter presente que muitos não cientistas, como por exemplo, jornalistas, também falam de ciência “e como esses discursos são divulgados em diferentes meios, nota-se a complexidade de se tentar compreender efeitos de sentidos no discurso escolar relativo à ciência” como explica Maria José Almeida (2004, p. 70).

João Magueijo no seu livro “Mais rápido que a luz” tenta demonstrar a qualquer pessoa uma das teorias mais complexas e mais fundamentais da Física, a teoria da relatividade. Sem pretender analisar a obra, até porque o cientista ousa ir mais longe que a própria teoria, contradizendo alguns dos seus fundamentos, não posso deixar de evidenciar um trecho belíssimo a que recorre para falar de rigor:

“Se quiser traçar um mapa de uma dada região da superfície da Terra, o que faço é introduzir uma estrutura bidimensional. Defino em seguida duas direcções ortogonais, digamos norte-sul e este-oeste. Bastam, então, dois números para especificar a posição de qualquer ponto relativamente ao lugar em que me



encontro: a distância segundo a direcção este-oeste e a distância segundo a direcção norte-sul. Este referencial permite-nos representar com exactidão a posição de qualquer ponto. A nossa obsessão de saber exactamente onde tudo está encontra expressão perfeita no GPS (sistema de posicionamento global), o qual nos dá as coordenadas de qualquer ponto da superfície da Terra com precisão perfeitamente absurda.

Claro, tudo isto é puramente convencional. Os aborígenes australianos traçam o mapa da sua terra com linhas melódicas. Para eles, a Austrália não é uma correspondência entre pontos na paisagem e pares de coordenadas desses pontos, mas sim um conjunto de linhas melódicas altamente retorcidas e que repetidamente se intersectam umas às outras. Ao longo de cada linha, desenrola-se uma canção, a qual narra uma história que teve lugar ao longo desse trajecto particular. (...) Uma consequência imediata das linhas melódicas é criar-se um emaranhado complexo: um ponto não é já um par de números. Pelo contrário, importa não só onde estamos (...) como também de onde vimos e, em última análise, qual a totalidade da nossa trajectória passada e futura. O que é para nós um ponto, é para os aborígenes uma variedade infinita de identidades, uma vez que por cada ponto podem passar infinitas linhas melódicas que se intersectam mutuamente. Isto dá inevitavelmente azo a um sentido de propriedade incompatível com o nosso: os indivíduos herdaram linhas melódicas e não pedaços de terra. É impossível construir um GPS que funcione no espaço das linhas melódicas. E no entanto a Austrália existe.” (pp. 30-31)

Com uma clareza admirável, João Magueijo compõe um pedaço literário para explicar cientificamente o que são convenções. E é impossível ficar indiferente à sua explicação, ganhou a ciência através da literatura e ganhou a literatura ao ser valorizada num livro científico. No entanto, é preciso delimitar linguagens e compreender que há campos restritos de entendimento e comunidades diferentes para a leitura de um livro científico. Maria José Almeida (2004) refere que Einstein e Infeld (1962) no livro *Evolução da Física* mostraram preocupação com a linguagem, querendo tornar o livro acessível a leitores diversos, alertam para o facto de “um livro científico, embora popular, não deveria ser lido da mesma maneira que um romance” (p.12/82) e que “a ciência tem de criar a sua própria linguagem (...) os conceitos científicos, embora comecem frequentemente com a linguagem quotidiana são transformados e perdem a ambiguidade a eles associada na linguagem usual, ganhando em rigor para que possam ser aplicados ao pensamento científico” (p. 21/82).



António Damásio é também um mestre na arte de explicar ciência através de pedaços de literatura que é o que encontramos nos seus livros. Retirei do “Sentimento de si” o excerto seguinte:

“Estou a escrever estas palavras em Estocolmo, enquanto observo pela janela um velho frágil que se dirige a um barco que está prestes a partir. O tempo é escasso, mas a marcha é vagarosa e a cada passo os tornozelos claudicam; o cabelo é branco; o casaco está gasto. Chove sem parar e o vento obriga-o a dobrar-se ligeiramente, como um arbusto solitário em campo aberto. Finalmente consegue chegar ao barco. Sobe com dificuldade o degrau alto que dá acesso à prancha de embarque e inicia a descida para o convés, receoso de ganhar demasiada velocidade na rampa, olhando com rapidez para a esquerda e para a direita, enquanto o seu corpo inteiro parece perguntar: ‘Estou no sítio certo? E agora, para onde vou?’. Nessa altura, os dois marinheiros que se encontram no convés ajudam-no a firmar o último passo, conduzem-no para a cabina com gestos amigáveis e ele está, finalmente, em segurança. A minha preocupação acaba. O barco parte.

Deixe agora, leitor, que a sua mente vagueie. Pense o impensável e considere que, sem consciência, o nosso homem não poderia ter conhecido o seu desconforto e talvez humilhação. Sem consciência, os dois homens no convés não teriam reagido com a mesma simpatia. Sem consciência, eu não me teria preocupado e nunca teria pensado que um dia poderei estar nas mesmas circunstâncias, caminhando com a mesma dolorosa hesitação e o mesmo desconforto. A consciência amplifica o impacto destes sentimentos na mente das personagens desta cena. A consciência é, com efeito, a chave para uma vida examinada, para o melhor e para o pior; é a certidão que nos permite tudo conhecer sobre a fome, a sede, o sexo, as lágrimas, o riso, os murros e os pontapés, o fluxo de imagens a que chamamos pensamento, os sentimentos, as palavras, as histórias, as crenças, a música e a poesia, a felicidade e o êxtase. A consciência, no seu plano mais simples e básico, permite-nos reconhecer o impulso irresistível para conservar a vida e desenvolver um interesse por si mesmo. A consciência, no seu plano mais complexo e elaborado, ajuda-nos a desenvolver um interesse por outros si mesmos e a cultivar a arte de viver” (pp. 21-24).

Esta foi a melhor forma de falar do que é a consciência, não creio que alguém fique sem compreender a que se refere o cientista ao dar estes exemplos tão da vida



quotidiana, tão ao alcance de qualquer pessoa. E sucedem-se os casos, os exemplos e a explicação científica com a sua terminologia específica sempre que é necessário, mas todo o texto tem esta aura literária que cativa para a leitura e permite ir entrando na linguagem científica. Embora tenha de assinalar, recorrendo a Eduarda Santos (2005a), que "a visão poética do mundo cultiva o sentido estético e a intervenção do cidadão mas não se destina, como os sistemas explicativos da ciência, a ajudar a dar um sentido, metodologicamente orientado, a determinados assuntos" (p.2).

Apresentei apenas alguns exemplos, muitos outros existem, é só uma questão de se estar atento quando se lê uma obra, ou ainda melhor, essa pesquisa e conseqüente exploração pode constituir um projecto conjunto de pessoas de áreas da ciência e da arte, aqui representada apenas pela literatura, mas as belas-artes oferecem também um mundo de possibilidades de diálogo com a ciência, basta lembrarmo-nos de Leonardo Da Vinci.

Implicações para a Escola deste Diálogo de Saberes

Voltemos à poesia, mais precisamente a António Gedeão. Com o poema Lágrima de preta, o poeta oferece várias possibilidades de análise, de que destaco três: a perspectiva literária, a perspectiva científica e a perspectiva social:

*Encontrei uma preta
que estava a chorar,
pedi-lhe uma lágrima
para a analisar.
Recolhi a lágrima
com todo o cuidado
num tubo de ensaio
bem esterilizado.
Olhei-a de um lado,
do outro e de frente:
tinha um ar de gota
muito transparente.
Mandei vir os ácidos,
as bases e os sais,
as drogas usadas
em casos que tais.
Ensaiei a frio,*



*experimentei ao lume,
de todas as vezes
deu-me o que é costume:
Nem sinais de negro,
nem vestígios de ódio.
Água (quase tudo)
e cloreto de sódio.*

A perspectiva científica pode passar despercebida a alguém que não domina a ciência, mas é muito explícita nesta poesia. Há a referência a alguns processos inerentes ao próprio método de experimentação. Em primeiro lugar, a interrogação que desencadeia todo o problema que se quer resolver. Por alguma razão, a lágrima recolhida é de uma pessoa preta e vai ser submetida a análise, o que indica que há uma dúvida por detrás que precisa de ser esclarecida e que só se compreende no fim do poema. Seguidamente vem o cuidado da recolha, num tubo de ensaio esterilizado para não haver contaminação externa. A gota é observada cuidadosamente (“olhei-a de um lado, do outro e de frente, tinha um ar de gota muito transparente”) e é submetida a testes de natureza química, utilizando-se os reagentes necessários (“mandei vir os ácidos, as bases e os sais e as drogas usadas em casos que tais”), seguindo determinados procedimentos (“ensaiei a frio, experimentei ao lume”), metódica e repetidamente (“de todas as vezes”) até obter algo que levasse a uma conclusão (“deu-me o que é costume (...) água e cloreto de sódio”). Associada está toda uma mensagem social que António Gedeão quer fazer passar (“nem sinais de negro, nem vestígios de ódio...”) num grito contra o racismo. E além disto temos um poema belíssimo do ponto de vista literário que um especialista poderia analisar de um modo profundo.

O poema “Galileu” é igualmente de uma grande riqueza e pode também ser explorado nas suas múltiplas dimensões. Aqui, uso apenas um excerto para exemplificar a importância do conhecimento científico para explicar o mundo, tão bem em evidência no poema. Fica de fora por falta de espaço toda a dimensão humana do julgamento de Galileu, levando à compreensão de que a ciência é também controlada pela sociedade, por vezes de um modo feroz.

*“Eu queria agradecer-te, Galileu,
A inteligência das coisas que me deste.
Eu,
E quantos milhões de homens como eu*



*A quem tu esclareceste,
la jurar – que disparete, Galileu!
- e jurava a pés juntos e apostava a cabeça
sem a menor hesitação –
que os corpos caem tanto mais depressa
quanto mais pesados são.*

*Pois não é evidente, Galileu?
Quem acredita que um penedo caia
Com a mesma rapidez que um botão de camisa ou que um seixo da praia?*

Esta era a inteligência que Deus nos deu”.

Este poema pode ser usado por professores de Física para explorar a queda dos graves. Revela-se aqui toda a dimensão de um problema científico que se opõe, por razões de conhecimento teórico e experimental, à observação na natureza. Está bem patente na poesia a diferença entre o senso comum (“- e jurava a pés juntos e apostava a cabeça sem a menor hesitação – que os corpos caem tanto mais depressa quanto mais pesados são”) e o conhecimento científico (“Quem acredita que um penedo caia com a mesma rapidez que um botão de camisa ou que um seixo da praia?”) com a mensagem de que há outro conhecimento que é preciso ter para que isto aconteça e tenha sentido que é a existência da experimentação no vácuo. E o contraste entre a inteligência com que se nasce e a inteligência que o conhecimento dá é a homenagem que o poeta faz ao pensamento do cientista e que marcou toda a evolução científica.

Se analisarmos as obras que foram sendo referidas ao longo deste texto, encontramos perspectivas que podem ser exploradas nas aulas de Física, Química, Biologia e Geologia. Sob o lema, por exemplo, de “Partindo à aventura de...” a que se acrescenta o título de uma obra literária, abre-se um caminho à interdisciplinaridade. Considerando também a Área de Projecto, a análise de excertos destas obras, pode levar ao desenvolvimento de projectos de turma, interdisciplinares, que promovam o desenvolvimento de competências inerentes ao ensino das ciências e da literatura, envolvendo alunos e professores de áreas diferentes numa tarefa comum. Nesses projectos cada grupo de alunos poderá ser responsável pelo aprofundamento de questões relacionadas com ciência, tecnologia ou literatura apresentadas nas obras em estudo.



Apresentaram-se apenas alguns exemplos de como a escola pode aproveitar a literatura para ensinar ciência, ajudando também os alunos a ver para além da superfície da história que é contada. E muitos outros livros podem ser utilizados, não devemos esquecer os romances de Júlio Verne (“Volta ao mundo em 80 dias” ou “Viagem ao centro da Terra”, por exemplo) ou de Daniel Defoe (“As aventuras de Robinson Crusoe”). Tal como a literatura beneficiou, nos exemplos que aqui trouxe, do conhecimento científico, pelo enredo verosímil e cativante porque próximo da divulgação científica, também a ciência ganha com esta intrusão da literatura.

A Complexidade Necessária

De uma visão do mundo compartimentada e espartilhada em explicações parcelares, caminhamos para uma necessidade, cada vez maior, de pensamento holístico. E de várias áreas do saber chegam tentativas de aproximação, embora quando é a ciência um desses corpos nem sempre a compreensão acontece. Como afirma Maria Eduarda Santos (2005b):

“À medida que o poder científico e normalizador das disciplinas foi assumindo uma forma muito acentuada de poder regulador, limitou drasticamente, as possibilidades de outras formas de conhecimento. De facto, como todos sabemos, a tradição científica tende a rejeitar o conhecimento e a compreensão gerados fora de instituições científicas acreditadas. Desvaloriza, genericamente, todos os conhecimentos não científicos. Consequentemente, as razões e exigências dos cidadãos (...) são facilmente rejeitadas ou entendidas como desinformadas e secundárias. Saberes empíricos de grupos de cidadãos gerados em contexto e com valor pragmático têm sido menosprezados pela ciência moderna” (p. 65).

A coexistência destes saberes que não se podem excluir se queremos entender o mundo na sua complexidade implica, seguindo ainda o pensamento de Santos, a valorização de forma contextualizada, de diferentes formas de conhecer, como o senso comum, os discursos literários e os próprios mitos. “É importante confrontar essa forma de olhar a realidade com a forma específica de olhar das ciências. Importa, também, analisar mitos associados ao fazer ciência/aprender sobre ciência que de um modo geral constituem obstáculos epistemológicos à evolução da ciência” (Santos, 2005a, p.2).

Os três princípios da complexidade (Morin, 2002): o *dialógico* (que associa dois termos ao mesmo tempo complementares e antagónicos), o *da recursão*



organizacional (processo em que os produtos e os efeitos são ao mesmo tempo causas e produtores daquilo que os produziu) e o *hologramático* (em que a parte está no todo e o todo está na parte) podem dar-nos argumentos para explicar esta compreensão holística do mundo que ultrapassa a soma das partes. Fazendo uma incursão no mundo da neurociência, sabemos que o corpo, tal como é representado no cérebro, pode constituir o quadro de referência indispensável para os processos neurais que experienciamos como sendo mente. E o nosso organismo é utilizado como referência de base para as interpretações que fazemos do mundo que nos rodeia. Sabemos hoje (Damásio, 1994) que o cérebro humano e o resto do corpo constituem um organismo indissociável, formando um conjunto integrado por meio de circuitos reguladores bioquímicos e neurológicos mutuamente interactivos. Sabemos também que o organismo interage com o ambiente como um conjunto e os fenómenos mentais só podem ser cabalmente compreendidos no contexto de um organismo em interacção com o ambiente que o rodeia. Assim, o funcionamento de corpo e mente dão sentido, nas suas interacções, àquilo que conhecemos como mundo real, a nossa realidade construída a partir dos nossos valores e conhecimento, em simultâneo com as nossas emoções. Ora, voltando à complexidade (Morin, 2002), na problemática da epistemologia complexa, os resultados das ciências do cérebro, do espírito, das ciências sociais, da história das ideias devem retroagir sobre o estudo dos princípios que determinam tais resultados. O problema não está em cada um perder a sua competência, está em que a desenvolva o suficiente para a articular com outras competências que, *ligadas em cadeia, formariam o anel completo e dinâmico, o anel do conhecimento do conhecimento*:

“Conhecer é uma aventura incerta, frágil, difícil, trágica (...) Temos dificuldade de permanecer no interior de conceitos claros, distintos, fáceis, para concebermos a ciência, para concebermos o conhecimento, para concebermos o mundo em que estamos, para nos concebermos a nós na nossa relação com este mundo e na relação com os outros, e para nos concebermos a nós na nossa relação com nós mesmos que é afinal a mais difícil de todas.” (pp. 33, 34)

E nesta relação conosco e com os outros é a consciência que determina o melhor papel, é o que nos confere humanidade e nos distingue dos outros seres vivos:

“Conseguimos facilmente imaginar como a consciência deve ter permitido à evolução humana uma nova ordem de criações que não seriam possíveis sem



ela: a consciência moral, a religião, a organização social e política, as artes, as ciências e a tecnologia.” (A. Damásio, 2000, p.23)

Olhando de novo para a escola, diz a investigação que um professor *cosmopolita* é mais eficaz do que o que possui um pacote de conhecimentos compartimentados para entender o mundo (Griffin, 1999). O termo *cosmopolita* refere-se ao professor que vê ligações entre campos diversos como ciência, literatura, matemática, música e linguagem, que ajuda os alunos a dar sentido ao enorme conjunto de estímulos a que são submetidos todos os dias. Temos de ter professores prospectivos que não se mantêm estruturalmente focados em pedaços do currículo escolar ou em abordagens de ensino, mas, em vez disso, que vejam o mundo à volta como conectivo, como uma amálgama de pensamentos e acções, acontecimentos e artefactos que, em conjunto, compõem as culturas e as sociedades que partilhamos. E a juntar ao cosmopolitismo é a consciência social que os ajuda a desenvolver um conjunto de valores acerca do mundo, predispondo-os para, mais do que apenas aceitar um nível de conhecimento abstracto, trabalhar com outros de modo a criar melhores situações de aprendizagem.

Referências Bibliográficas

- Almeida, M. J. (2004). *Discursos da ciência e da escola: ideologia e leituras possíveis*. Campinas: Mercado de letras.
- Almeida, A. e Strecht-Ribeiro, O. (2001). Ecologia, ecologismos e literatura. *Revista de Educação*, X (2), 75-84.
- Damásio, A. (1994). *O Erro de Descartes*. Lisboa: Publicações Europa-América.
- Damásio, A. (2000). *O sentimento de si*. Lisboa: Publicações Europa-América.
- Damásio, A. (2006). *A neurobiologia da mente: memória, linguagem, criatividade e a importância da inteligência emocional vs a inteligência cognitiva*. Em Conferência Mundial sobre a Educação Artística, Desenvolver as Capacidades criativas para o século XXI, promovida pela UNESCO, de 3 a 6 de Março de 2006. <http://www.dgidc.min-edu.pt/fichdown/cmea.pdf>
- Dawkins, R. (1998). *Decompondo o arco-íris*. Lisboa: Gradiva.
- Gedeão, A. (1983). *Poesias completas* (9ª ed.). Lisboa: Sá da Costa.
- García Marquez, G. (2003/1928). *Cem anos de solidão*. Lisboa: Dom Quixote.
- Grangé, J-C. (2000). *Rios de púrpura*. Porto: ASA.
- Griffin, G. (Ed.)(1999). *The education of teachers. Ninety-eight yearbook of the national society for the study of education*. Chicago: The University of Chicago Press.



- Magueijo, J. (2004). *Mais rápido que a luz*. Lisboa: Gradiva.
- Morin, E. (1991). *Introdução ao pensamento complexo*. Lisboa: Piaget.
- Morin, E. (2002) Problemas de uma epistemologia complexa. In *O Problema epistemológico da complexidade*. (pp. 13-40). Lisboa: Publicações Europa-América.
- Robinson, K. (2006). *As mudanças fundamentais no sistema educativo e a qualidade da educação artística no Século XXI*. Em Conferência Mundial sobre a Educação Artística, Desenvolver as Capacidades criativas para o século XXI, promovida pela UNESCO, de 3 a 6 de Março de 2006. <http://www.dgidc.min-edu.pt/fichdown/cmea.pdf>
- Sagan, C. (1995). *Um mundo infestado de demónios*. Lisboa: Gradiva.
- Santos, M-E. (2001). *A cidadania na “voz” dos manuais escolares. O que temos? O que queremos?*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Santos, M-E. (2005a). *Epistemologia do lixo* (Doc 6 de Ciência, epistemologia e cidadania). Comunicação apresentada no Seminário "Ciência como cultura" na Universidade Federal de São Carlos no âmbito do Projecto "A Ciência como Cultura: Implicações na Comunicação Científica" - Programa de Cooperação Bilateral Portugal-Brasil ao abrigo do Convénio GRICES-CAPES (2005-2007).
- Santos, M-E. (2005b). *Que Cidadania?. (Tomo II de “Que educação? Para que Cidadania? Em que Escola”)*. Lisboa: Santos-Edu.
- Saramago, J. (1986). *A Jangada de pedra*. Lisboa: Caminho.