

EC 2

# TRABALHO PRÁTICO E EXPERIMENTAL NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Organizadores da Edição

Manuel Sequeira  
Luís Dourado  
Maria Teresa Vilaça  
José Luís Silva  
Ana Sofia Afonso  
João Manuel Baptista

**Departamento de Metodologias da Educação  
Instituto de Educação e Psicologia  
Universidade do Minho**

**A PERTINÊNCIA DA FORMAÇÃO CIENTÍFICA  
INTERDISCIPLINAR NA COMPREENSÃO DO MUNDO,  
PREPARANDO OS CIDADÃOS PARA UMA  
INTERVENÇÃO CRÍTICA**

*António Mateus*  
Universidade de Lisboa

Ao longo de toda a sua história, o Homem procurou racionalizar o conhecimento sobre si e o Mundo que o acolhe, muito embora, tal como afirma Boorstin (1994), "*a sede de saber seja apenas um caminho para a satisfação humana*". A análise, ainda que sumária, do percurso empreendido pelo Homem não pode por isso negligenciar a sua criatividade e a sua incansável pesquisa no sentido da estética e do aperfeiçoamento da comunicação, porquanto isso significaria depreciar parte significativa da componente emotiva da inteligência (Damásio, 1994), i.e., "*a verdadeira essência do espírito humano*" (Boorstin, 1993, 1999).

A vertente pessoal sempre se afirmou em todas as correntes de pensamento, cujo intento muito mudou desde o tempo em que os profetas e filósofos procuravam a verdade em Deus ou na razão que existe em cada ser humano. Hoje, mais do que nunca, temos consciência da influência exercida pelas forças da História Social, Política e Económica e pela crescente dimensão da Ciência e Tecnologia na estruturação e organização da Sociedade por nós herdada e que, de forma consciente ou inconsciente, ajudamos a transformar. As descobertas e as criações que, ao longo da História, marcaram de forma indelével a cultura ocidental, representam, de facto, um legado que respeitamos e nos orgulhamos. Todavia, a simples leitura dos acontecimentos que marcam o dia-a-dia da Sociedade em que nos integramos, revela que nem sempre sabemos colher os ensinamentos de experiências passadas, de apreciar

devidamente e/ou utilizar de forma coerente o conhecimento acumulado século após século. Porque razão? Certo é que todos somos pensadores. Que o acesso ao ensino (geral e especializado) e à informação nunca foi tão fácil como actualmente, não obstante existirem ainda vincadas assimetrias que importa corrigir. Porque morre então tão cedo a sagacidade desenvolvida na famosa "idade dos porquês"? Quais os factores que justificam o alheamento de percentagens significativas da população jovem relativamente ao que lhes é oferecido pela Escola e pela Sociedade em geral? Porque razão a compreensão pública da Ciência e da Tecnologia é tão exígua e socialmente mal distribuída? Vivemos um momento particular da História da Civilização Humana em que não podemos ignorar estas questões. As legítimas aspirações por uma qualidade de vida melhor e um ambiente são e sustentável para as gerações actuais e futuras, exige a adopção de medidas que visem a formação contínua dos cidadãos, que concorram para uma opinião pública esclarecida e interventiva, permitindo o desenvolvimento de capacidades/destrezas técnicas e a consolidação de conhecimentos mais aprofundados sobre a Sociedade Humana e o Planeta que a suporta. A concretização destes propósitos não é fácil e, seguramente, não pode ser adquirida de um momento para o outro. Envolve e envolverá variadíssimas transformações a nível pessoal e institucional, englobando, por força de razão, reformas significativas nos sistemas educativos, pois só assim se promoverão e consolidarão as tão desejadas mudanças de atitudes (para uma discussão detalhada sobre este assunto, veja-se, por exemplo, Tedesco, 1999). Neste âmbito, o papel da educação científica afigura-se imprescindível, como fica demonstrado na declaração final da Conferência Mundial sobre *Ciência para o Século XXI: Um Novo Compromisso*, realizada em 1991 sob a égide da Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO) e do Conselho Internacional da Ciência (ICSU). E tal não radica apenas no facto da estrutura e da organização das Sociedades actuais em muito depender do conhecimento científico e tecnológico acumulado e constantemente ampliado. Pelo contrário. É a própria essência da Ciência, do modo como se constrói o conhecimento científico, que se manifesta crucial ao desenvolvimento de pensamento lógico e crítico de todos os actores sociais. É o questionar, a procura de resposta, a contínua insatisfação e a dúvida metódica que, fazendo avançar a Ciência, nos mantém humanos .... É o aprender a pensar, a reflectir, a problematizar que nos permite resolver muitas das questões do dia-a-dia, intervir conscientemente no Mundo, procurando "um único todo *significante*" como diria Einstein.

Do exposto se depreende que, a nível do ensino secundário, existem todas as vantagens em promover uma educação científica geral que se traduza por uma aprendizagem significativa. Ou, como defende Canavarro (1999), uma educação científica que se adapte às exigências da Sociedade e apresente ideias novas, permitindo aos indivíduos pensar e agir de forma independente, treinando competências de investigação por forma a possibilitar-lhes a auto-regulação das aprendizagens, a satisfação pessoal e a responsabilização social.

De forma muito simplista poderemos dizer que o conhecimento actual sobre o Mundo em que o Homem desenvolve a sua actividade se constrói e manifesta fundamentalmente a dois níveis. O primeiro decorre da transmissão do saber empírico acumulado de geração em geração, resultante de experiências vividas em diversos contextos, onde as variadas interrogações e percepções sobre o Mundo se relatam de forma desorganizada, por norma despidas de qualquer justificação (a relação causa-efeito é frequentemente conhecida, mas o porquê não é metodicamente investigado — *sabedoria popular*). O segundo nível de conhecimentos, mais elaborado, se bem que muitas vezes enraizado no primeiro, diz-se *científico*, porquanto procura compreender as razões subjacentes às várias relações causa-efeito, explicitando os parâmetros que as influenciam, equacionando as leis que as regem e/ou ensaiando modelos conceptuais que permitam a sua racionalização. A organização sistemática do segundo nível de conhecimentos corresponde, com efeito, às várias disciplinas científicas que, na sua essência, discretizam em parcelas a complexidade do Mundo real, facilitando o seu entendimento e exploração. Daqui resulta também a noção de que as diferentes disciplinas representam partes específicas (ramos) do conhecimento global adquirido pela Humanidade ao longo da sua evolução. A sua independência relativa é, por isso mesmo, aparente, não obstante terem adquirido métodos e objectivos específicos em determinados momentos da História da Ciência. Em comum com a sabedoria popular partilham a curiosidade ( $\equiv$  desejo de compreender) e a criatividade que frequentemente se espelha em "conversas à lareira ou em teorias (de complexidade variável) sobre as coisas do Mundo". Em conjunto concorrem para uma história sem fim, cujo epílogo visa em boa parte a avaliação do significado das "*palavras mais importantes que alguma vez se escreveram sobre os mapas do conhecimento humano: Terra incognita — território desconhecido*" (Boorstin, 1994) e Universo, onde: 1) a análise do infinitesimal oferece pistas para o entendimento do infinito; 2) o tempo e o espaço se fundem; 3) as visões mecanicistas se desmoronam à luz da ideia de duração, de tempo vivido; e 4) a singularidade, a

complexidade e a incerteza jogam papel determinante na compreensão da trilogia Sol-Terra-Vida.

A Ciência constrói-se gradualmente. Procura investigar e entender o Mundo, para além das numerosas interdependências multifacetadas que se estabelecem entre este e o Homem. Desenvolve-se e evolui no domínio da dúvida, encerrando em si própria o profundo respeito pela divergência das opiniões e pelo princípio socrático de não haver certezas, respostas definitivas, acerca de nada. A visão que actualmente fazemos da Ciência como um conjunto de conhecimentos sobre o Mundo (artificialmente organizado e sistematizado), necessita, contudo, do desenvolvimento prévio de capacidades de abstracção, análise crítica e de pensamento sistémico. Uma vez munidos destes poderosos meios, é possível interpretar um corpo de princípios, conceitos e de explicações (nem sempre equacionadas de modo explícito) que, de forma decisiva, têm orientado a evolução global da Sociedade Humana, permitindo-nos igualmente compreender os multifacetados sistemas naturais e avaliar a dimensão da intervenção antropogénica. Deste imbricado de afirmações emergem três principais linhas de raciocínio lógico, a saber:

- a conceptualização científica do Mundo constrói-se gradualmente; a construção depende do conhecimento adquirido em determinado momento; pelo que a Ciência enferma de uma evolução que lhe permite explorar e compreender campos progressivamente mais complexos;
- a aquisição de conhecimentos depende das ferramentas/equipamentos colocados à disposição dos investigadores; o desenvolvimento tecnológico necessário à manufactura de ferramentas/equipamentos traduz a aplicação do conhecimento científico teórico e experimental em cada momento; pelo que a Ciência e a Tecnologia se encontram intimamente ligadas, apresentando um devir comum; e
- os grandes passos evolutivos da Sociedade Humana têm sido determinados por avanços científico-tecnológicos; a Ciência e a Tecnologia formam um binómio indissociável; problemas sócio-económico-políticos de índole diversa criam frequentemente novos desafios à Ciência e Tecnologia, exigindo em muitos casos a proposta de soluções rápidas e rentáveis; pelo que a Ciência, Tecnologia e Sociedade se influenciam mutuamente.

Por outras palavras, poder-se-á dizer que o conhecimento científico acumulado se traduz por modelos de interpretação cuja complexidade crescente tem, simultaneamente, desafiado a mente e a

destreza humanas, contribuindo ainda para a concepção e aplicação de tecnologias progressivamente mais sofisticadas que se têm manifestado vitais ao desenvolvimento da Sociedade Humana. A contínua evolução da capacidade tecnológica, bem como as variadíssimas solicitações das Sociedade estão e estarão na base de novas perspectivas de investigação que, por sua vez, contribuem e contribuirão para a consolidação do conhecimento acumulado pelo Homem, alargando os seus horizontes. Afigura-se assim possível interligar o desenvolvimento científico às concepções epistemológicas de Ciência, como tão bem sintetiza Canavaro (1999): *"A ciência afirma-se com os empiristas lógicos, demarca-se com Popper, institucionaliza-se com Merton, torna-se partilhável com Kuhn e (re)ganha uma dimensão sócio-cultural (interpretativa) com os construtivistas."* Não é pois de estranhar que os novos desafios em Ciência se inscrevam cada vez mais numa óptica de investigação interdisciplinar, incluindo as preocupações tradicionalmente adstritas às ciências sociais, económicas e de educação. Neste sentido, a riqueza inerentemente associada ao corpo de conhecimentos resultante das abordagens interdisciplinares supera largamente o que decorre do mero somatório das respectivas componentes disciplinares.

Indo mais longe, com Santos (1989): *"A ciência tem de ser compreendida enquanto prática social do conhecimento, numa tarefa que se vai cumprindo em diálogo com o mundo e que é, afinal, fundada nas vicissitudes, nas opressões e nas lutas que o compõem e a nós, acomodados ou revoltados."* Este carácter social e político da Ciência, filiando-se nas correntes filosófico-sociais pós-modernas, encontra eco em diversas manifestações da Sociedade actual, nomeadamente através dos recentes movimentos sociais (que também são políticos) constituídos de forma mais ou menos organizada (de carácter local, regional, nacional ou mesmo internacional) em torno de questões ambientais, de respeito pela biodiversidade, de saúde pública, de qualidade de água, solo e alimentos etc..

Educar em Ciência representa, portanto, um passo decisivo no desenvolvimento de faculdades (capacidades, competências) que, no seu todo, visam a preparação para a cidadania, difundindo ainda saberes específicos e contribuindo para a destreza e estruturação coerente de atitudes e de raciocínios. Enriquecida com a componente científica, a Cultura adquire então um carácter verdadeiramente abrangente, expectativa que torna legítima a promoção de abordagens educativas interdisciplinares em torno dos grandes paradigmas actuais à luz das complexas relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Daqui emergem várias perspectivas teóricas que se repercutem em

diferentes práticas educativas, apesar de apresentarem objectivos comuns, como sejam:

- a transmissão de uma cultura que valorize os princípios humanistas e estimule o gosto pelo conhecimento;
- a promoção de hábitos de trabalho que incentivem o pensamento crítico, preconizando um ensino construtivo capaz de fornecer os instrumentos essenciais ao estudo, à reflexão e à pesquisa individual e em grupo; e
- a difusão de uma cultura científica e tecnológica suficientemente abrangente que ajude a compreender a sociedade actual, preparando a intervenção crítica de qualquer indivíduo na difícil construção do presente e do futuro de acordo com os cada vez mais exigentes padrões de desenvolvimento sustentável.

A promoção de uma Educação de qualidade em Ciência exige, porém, a criação de condições propícias (curriculares e logísticas) ao desenvolvimento regular de *percursos investigativos* que se afigurem significantes na aprendizagem/formação global dos educandos. Tais percursos deverão envolver necessariamente a concretização de *actividades práticas e experimentais s. l* tidas como adequadas quer à verificação de previsões suportadas por considerações de índole teórica, quer à resolução de pequenos problemas em torno de questões maiores previamente debatidas pelos educandos com relevo em termos das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Revestem-se então de particular importância:

- as *actividades de natureza verificativa* que possibilitem a compreensão dos princípios fundamentais da Ciência e contribuam para a aquisição de metodologias próprias na pesquisa, obtenção e registo de dados, e sua análise subsequente; e
- as *actividades de aplicação edificante* (adaptando uma expressão devida a Santos, 1989) que permitam desenvolver capacidades de pensamento crítico e criativo, aplicando o que se aprendeu e equacionando o que falta aprender.

A conjugação destas actividades permitirá transmitir e ajudar a compreender as descobertas que marcaram a evolução da Humanidade, possibilitando ainda a promoção de estudos integrados sobre sistemas reais (geralmente complexos) de cuja racionalização dependerá a consolidação do conhecimento ministrado e construído, alargando os horizontes cognitivos e as destrezas técnicas de todos os intervenientes. Se devidamente conceptualizadas, tais abordagens permitem

- contornar a maioria das dificuldades evidenciadas por número significativo de educandos em aplicar os conceitos ministrados em outros contextos que não os invocados pelos problemas estereotipados ordeiramente resolvidos em sala de aula;
- combater eficientemente a ideia preconcebida de que o conhecimento científico está somente ao alcance de "mentes geniais";
- desmistificar a noção de pensamento científico como verdade absoluta, valorizando a concepção de *viabilidade*, *i.e.* de adequação do conhecimento aos contextos em que foi desenvolvido;
- encarar a educação como o processo dinâmico que possibilita o educando actuar sobre e a partir de situações concretas; e, assim,
- uma maior implicação dos diversos intervenientes em cada situação concreta, procurando uma maior comunicação e diálogo entre si e, simultaneamente, com actores sociais externos à Escola.

Mas, não menos importante, as actividades práticas e experimentais s.l. a que aludimos afiguram-se cruciais à percepção de que os saberes disciplinares representam somente uma forma de organização do conhecimento global adquirido pela Humanidade ao longo dos tempos, correspondendo a diferentes visões da mesma realidade e que, por isso mesmo, se complementam. A procura do todo exige, por conseguinte, a partilha do conhecimento disciplinar previamente adquirido, ensaiando sempre que possível a construção de interligações que possibilitem a edificação da interdisciplinaridade. Note-se, porém, que a implementação de percursos investigativos interdisciplinares e significantes do ponto de vista educativo, não pode relegar para segundo plano a devida formação disciplinar. Pelo contrário. Somente na presença de uma formação científica disciplinar diversificada e convenientemente consolidada é possível construir com sucesso a interdisciplinaridade, porquanto tal interacção envolve com alguma frequência o desenvolvimento de novas metodologias de trabalho investigativo e, em muitas ocasiões, a criação de uma linguagem comum. Se bem conceptualizados, porém, estes empreendimentos representam instrumentos poderosos (se não mesmo únicos) na resolução dos complexos desafios que hoje em dia se colocam à Ciência.

Em termos educativos, as abordagens que privilegiamos enquadram-se nas perspectivas de compromisso entre as de natureza construtivista e construcionista, conforme é cuidadosamente debatido



por Canavarro (1999), enriquecendo forma ímpar a formação dos educandos pois:

- corresponsabiliza-os pela sua própria aprendizagem, qualidade que se torna necessária para funções futuras que exigem uma reconversão permanente;
- concorrem directamente para a compreensão do Mundo real, fazendo-os inclusivamente tomar consciência do alcance social de muitas das respostas encontradas; e
- auxiliam a desenvolver pensamento sistémico, essencial à aprendizagem subsequente de formas mais complexas de abstracção.

A formação científica interdisciplinar perspectivada como resultado de um processo de construção convergente (alicerçado em variadíssimas possibilidades de combinação entre saberes disciplinares complementares e podendo ser conceptualizado com diferentes níveis de profundidade), afigura-se assim um poderoso meio para ensinar a pensar e a aprender, dando aos educandos sentido de auto-confiança, ajudando-os a compreender o Mundo e preparando-os para uma intervenção crítica. Desta forma, problemas relacionados com a explosão demográfica, fome, saúde, desertificação, desastres ecológicos, mudanças climáticas, gestão de recursos minerais e energéticos, *etc.*, vulgarmente divulgados pelos *media* e, por norma, tão mal compreendidos pelo cidadão comum, poderão então adquirir novo sentido, representando, talvez, novas fontes de motivação para os educandos, ajudando também a transformar o papel da Escola na Sociedade actual. Criam-se assim condições para atingir um dos principais propósitos do acto de educar à luz dos valores subjacentes aos sistemas democráticos ocidentais, *i.e.*, preparar para a cidadania, para a formação de uma opinião pública esclarecida. Ou, tal como salienta Teresa Ambrósio no final da sua Nota de Apresentação ao livro "*Educação; memórias e testemunhos*" editado em 1998 pela Gradiva, "*A expressão da cidadania é múltipla. A Educação é um bem comum que, para ser salvaguardado, exige o efectivo uso dessa cidadania na definição dos grandes princípios que sustentam a nossa identidade nacional, que perspectivam a riqueza do nosso património comum, recriado constantemente pela Educação de todos*".

#### **Referências**

- Boorstin D. J. (1993). *Os Criadores*. Gradiva Publicações Lda, Lisboa, 702 pg.
- Boorstin D. J. (1994). *Os Descobridores*. Gradiva Publicações Lda, Lisboa, 646 pg.
- Boorstin D. J. (1999). *Os Pensadores*. Gradiva Publicações Lda, Lisboa, 420 pg.

*A Pertinência da Formação Científica Interdisciplinar*

- Canavarro J. M. (1999). *Ciência e Sociedade*. Quarteto Editora, Coleção Nova Era, Coimbra, 228 pg.
- Damásio A. R. (1994). *O Erro de Descartes. Emoção, Razão e Cérebro Humano*. Círculo de Leitores, Lisboa, 297 pg.
- Santos B. S. (1989). *Introdução a uma Ciência Pós-Moderna*. Edições Afrontamento, Porto,
- Tedesco J. C. (1999). *O Novo Pacto Educativo: Educação, Competitividade e Cidadania na Sociedade Moderna*. Edição da Fundação Manuel Leão, Coleção FML, 172 pg.