

O papel das metaciências na promoção da educação para o desenvolvimento sustentável

Orlando Figueiredo¹, Paulo Almeida² e Margarida César³

¹Escola Básica 2,3 António Bento Franco, Ericeira. E-mail: of1967@hotmail.com.
²Escola Secundária Leal da Câmara, Rio de Mouro. ³Centro de Investigação em Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Resumo: As sociedades do século XXI enfrentam desafios que se relacionam com a gestão dos recursos naturais, um aspecto que vai ser preponderante nas formas de vida das gerações futuras. A educação para a sustentabilidade constitui, por isso mesmo, um ponto fundamental para que as interações entre as diversas sociedades do século XXI e as suas relações com o ecossistema global se processem de forma a garantir uma gestão adequada dos recursos naturais, um desenvolvimento económico para todos, bem como uma atenuação das assimetrias sociais dos diferentes povos do planeta. Parece-nos que as sociedades ocidentais têm particular responsabilidade na promoção dos desenvolvimentos necessários, devido ao maior potencial económico e político que as caracteriza, com a inerente facilidade de acesso aos conhecimentos científicos e tecnológicos. É nesse sentido que a escola deve assumir um papel protagonista na sensibilização dos futuros adultos (e dos adultos de hoje) para os problemas transdisciplinares com que somos confrontados. Neste documento procurámos expor a nossa reflexão crítica, após uma revisão de literatura sobre a temática referida, que relacione as posturas epistemológicas e as concepções de ciência com as questões relacionadas com a educação para a sustentabilidade.

Palavras-chave: educação para sustentabilidade, epistemologia, natureza da ciência, desenvolvimento sustentável, metaciências.

Title: The role of metasciences in the promotion of education for sustainable development.

Abstract: 21st century companies face challenges that relate to the management of natural resources, something that will predominate in ways of life future generations. Education for sustainability is the same, a focal point for interactions between the various companies the 21st century and its relations with the global ecosystem to be ensure proper management of natural resources, a development all economic and social imbalances mitigation various peoples of the planet. It seems to us that western societies have particular responsibility in promoting developments required, due to increased political and economic potential that characterizes, with inherent ease of access to scientific and technological knowledge. That is what the school should assume a leading role in adult awareness of future (and adults today) for transdisciplinary with problems that we are face. In this document we have tried to expose our critical reflection, after a review of literature on the subject, that lists the postures epistemológicas science concepts and issues related to education for sustainability.

Keywords: education for sustainability, epistemology, nature of science, sustainable development, metasciences.

Ponto da situação

O desenvolvimento científico e tecnológico do século XX foi de tal forma revolucionário que alterou profundamente a forma como vivemos. Porém, as mudanças não se deram à mesma velocidade em todo o planeta, conduzindo a grandes assimetrias sociais, económicas, no acesso ao conhecimento e, até, políticas. O progresso científico-tecnológico, associado à mercantilização da ciência, compeliu as sociedades ocidentais a transformarem-se radicalmente, adoptando um estilo de vida que não se encontra em harmonia com os ciclos naturais. As sociedades tecnologicamente mais desenvolvidas são também designadas por sociedades do petróleo, visto este (associado, em menor escala, ao carvão e ao gás natural) ser a sua principal fonte de energia e de matéria-prima para muitos dos produtos sintéticos sem os quais não conseguimos viver. A queima dos combustíveis fósseis – em particular do petróleo - para a produção de energia utilizada na produção de electricidade, nos transportes, na indústria e em todas as outras actividades das sociedades tecnológicas tem duas implicações catastróficas para o ecossistema planetário (Deus, 2003).

A primeira relaciona-se com a contínua emissão de dióxido de carbono para a atmosfera. A queima dos combustíveis fósseis liberta mega toneladas do elemento com 6 protões que haviam sido retiradas do ciclo do carbono há milhões de anos atrás, permitindo que a composição da nossa atmosfera se tornasse idêntica à de hoje, proporcionando o desenvolvimento de formas de vida que respiram oxigénio molecular, entre as quais se inclui a espécie humana. Esta libertação de dióxido de carbono tem como principal consequência uma alteração significativa da composição global da nossa atmosfera, conduzindo ao aquecimento global, ao derretimento das calotes polares e a uma consequente e profunda alteração da geografia do planeta. Para agravar a situação, apenas as sociedades tecnologicamente desenvolvidas, maioritariamente situadas no hemisfério Norte, têm acesso generalizado a estas fontes de energia.

A acreditarmos que todos os habitantes deverão ter igual acesso aos recursos naturais e a aceitarmos que os povos do Sul consumam os combustíveis fósseis ao ritmo do Norte, a situação agravar-se-ia acelerando muito a degradação das condições ambientais e o esgotamento dos recursos naturais. Este já é um aspecto da segunda implicação catastrófica que se relaciona com as injustiças sociais geradas pela sociedade do petróleo, associadas à exploração capitalista desse recurso. Se o acesso aos recursos fósseis do planeta não é uniforme, também a sua distribuição não o é. Isso não significa que as sociedades que possuem o petróleo sejam as que mais usufruem desse recurso, pelo contrário. A hegemonia ocidental, em particular dos Estados Unidos da América e dos poderes económicos das multinacionais, associadas ao capitalismo e ao neoliberalismo, conduziu a um despotismo insensível às questões ambientais e sociais. Esta tirania petrolífera alimenta o estabelecimento de regimes repressivos, como é o caso da Arábia Saudita, ou na consecução de actos de guerra – nem sempre

legais e muito menos legítimos – que, disfarçados de acção de defesa e protecção, se fazem em países terceiros, como foi o caso da recente intervenção dos Estados Unidos da América e dos seus aliados no Iraque, ou a intervenção no Kuwait, por oposição à falta de apoio quando da invasão de Timor-leste. Por outro lado, esta situação de injustiça social, económica e política gera, por parte das sociedades menos privilegiadas, uma resposta violenta que se traduz, por vezes, em actos de contra-ofensiva, como testemunham os milhares de pessoas que pereceram nos atentados às Torres Gémeas, em Nova Iorque, ou à estação de Atocha, em Madrid, só para referir os que foram levados a cabo em ambientes culturalmente mais próximos dos nossos. A Figura 1 procura ilustrar o que foi dito anteriormente, salientando as interacções, as interdependências e as conexões existentes entre as diversas dimensões em questão na sociedade do petróleo.

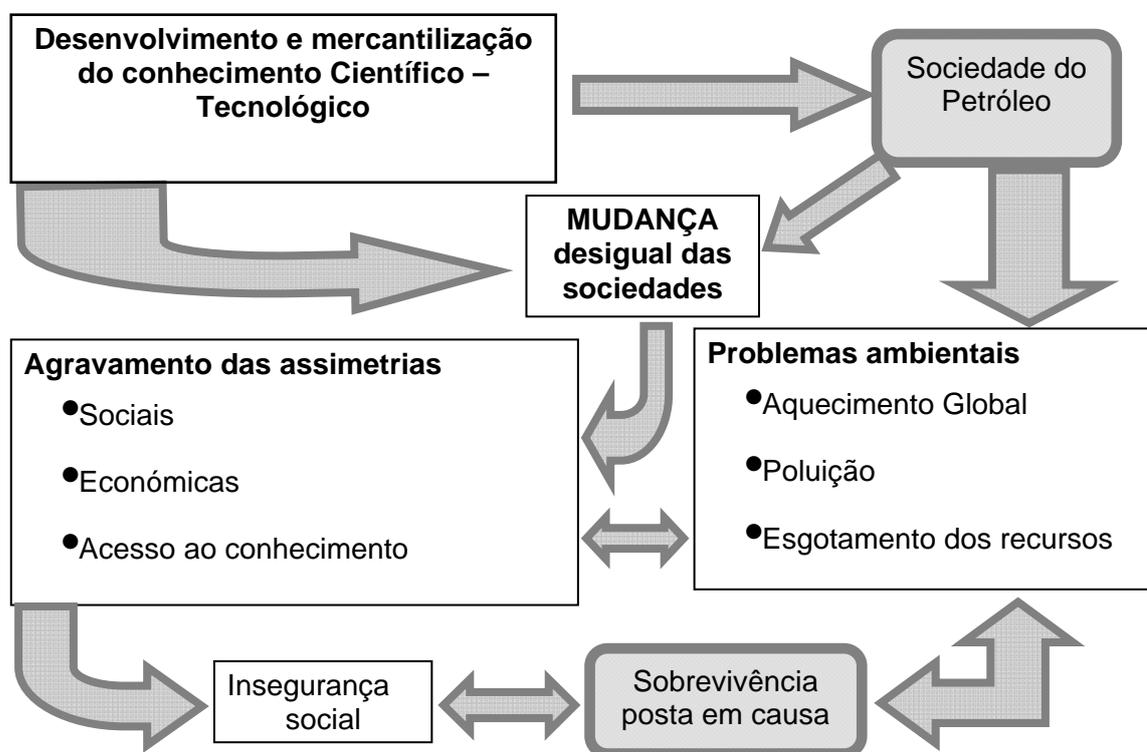


Figura 1.- Relações e interdependências entre as várias dimensões da sociedade do petróleo.

Podemos, então, depreender que a manter as sociedades ocidentais dependentes do petróleo, como estão actualmente, o fosso entre as sociedades tecnológicas e as sociedades designadas como "em vias de desenvolvimento", será mantido ou agravado, continuando estas em vias de se desenvolverem *ad eternum*, ou seja, sem nunca conseguirem atingir patamares de desenvolvimento que as tornem parceiros de pleno direito num mundo mais justo.

Mas as questões de sobrevivência não se põem unicamente com a problemática da energia. Existem outros recursos fundamentais cuja má

gestão também coloca em causa a sobrevivência no planeta. Um deles, que poderá constituir um problema a curto prazo, é a água. Os recursos hídricos são contaminados pelos químicos utilizados na agricultura e na pecuária. Estas actividades praticam-se de forma cada vez mais intensiva, para fazer face às necessidades de uma população crescente e que coloca em causa a capacidade do planeta de a sustentar. Poderíamos continuar a enumerar os diferentes problemas com que os seres humanos do século XXI se debatem, mas não é esse o objectivo deste trabalho. Passemos antes a analisar a forma como a ciência se relaciona com a situação actual.

Comecemos por olhar as questões do desenvolvimento científico. Está longe a imagem romântica do cientista que, numa demanda pela *verdade*, investiga e procura respostas para os fenómenos da natureza. A ciência, a democracia e o capitalismo são três velhos aliados que se suportam mutuamente. Um aspecto largamente discutido é que a empresa científica tem vindo a sofrer um processo progressivo de mercantilização. Nos nossos dias, investigar em ciência é um negócio que envolve milhões de euros. Segundo Tegmark e Wheeler (2002), cerca de 30 % do P.I.B. dos E.U.A. são devidos a tecnologia desenvolvida com base na mecânica quântica. A indústria farmacêutica investe milhões de euros na investigação de produtos de beleza, mas um tratamento eficaz contra o VIH continua por descobrir. Entretanto, em África, milhões de seres humanos estão infectados com o vírus sem qualquer esperança de cura. Curiosamente (ou não), esses mesmos africanos não possuem poder de compra suficiente para pagar os medicamentos que lhes poderiam trazer alguma melhoria na sua qualidade de vida. Outra evidencia que podemos evocar da união da ciência ao capitalismo passa pela análise da revolução industrial e pelo desenvolvimento técnico-científico das últimas décadas do século XIX. Por outro lado, a união da democracia com a ciência também foi sempre uma ligação de sucesso, pois foi nas sociedades democráticas ocidentais que o desenvolvimento científico-tecnológico mais se fez sentir. A democratização do Japão, associada à implementação de uma economia de mercado, após a II Guerra Mundial, foi também uma condição necessária para o seu desenvolvimento técnico-científico. Parece-nos que deixámos patente a natureza do conúbio entre as três instituições referidas: Ciência, Capitalismo e Democracia.

O ponto de viragem

É neste quadro, com pinceladas de apocalipse, que surgem as preocupações ambientais e com a sustentabilidade. É sempre difícil demarcar pontos de viragem na história, e a história da ciência não constitui excepção. No entanto, cremos que não será grande a lacuna, se apontarmos para o período após a II Grande Guerra, e que se prolongou pelo resto do século passado, como o período em que a humanidade tomou consciência dos problemas sociais, económicos e ambientais que o desenvolvimento científico-tecnológico trouxe. A própria ciência, enquanto empreendimento social, que modificou a forma de vida do mundo ocidental, sofre com essas mudanças, conduzindo a uma nova mundivisão e a um questionamento do valor e do papel de si mesma. As promessas de que ciência moderna poderia resolver todos os problemas da sociedade não se concretizaram. O novo mundo é muito mais complexo que o anterior, novas

disciplinas científicas surgiram e surgem, começando-se a perceber que apenas a ciência não chega, procurando-se soluções alternativas em outras áreas do conhecimento.

A compreensão de que todo o planeta é um ecossistema interdependente e de que a Terra é um ente orgânico em equilíbrio com tudo o que a rodeia, começa a fazer sentido. As novas disciplinas científicas, como as ciências do ambiente e a informática, são exemplos de domínios transdisciplinares, que nos obrigam a reunir diferentes áreas do conhecimento físico, químico, biológico e sociocultural. Segundo Edgar Morin (2000) a organização do conhecimento e a classificação de diferentes estratos não comunicantes da ciência moderna, ilustrados na Figura 2, iniciaram a sua queda no século XIX e consolidam-na na segunda metade do século XX.

Homem – Cultura
Vida – Natureza
Física – Química

Figura 2.- Os diferentes estratos do conhecimento segundo Edgar Morin (2000, p. 19).

Esta necessidade obriga-nos a reconstruir a forma como vemos o mundo e, conseqüentemente, a forma como construímos o nosso conhecimento acerca dele. A visão analítica cartesiana, de que o todo pode ser explicado pelo conjunto das partes, tem sido progressivamente abandonada e a abordagem ao objecto de estudo necessita de ser mais complexa, olhando-o como um todo interdependente e não apenas como um somatório das suas partes. Há aqui, de certa forma, um retorno à *causa formalis* de Aristóteles (Reale, 2001) dado que a, também aristotélica, *causa materialis* não chega para explicar o mundo. Se, por um lado, a matéria constituinte do objecto em estudo é importante, a forma que essa matéria toma na sua organização não é menos importante. Há uma grande diferença entre uma bactéria e uma mistura proporcional dos átomos que a constituem. Essa diferença é a *causa formalis* – a estrutura organizacional da matéria.

Não deixa de ser admirável a forma como a transformação da visão analítico-cartesiana se dá em diferentes áreas das ciências. A mecânica quântica levanta questões paradoxais que não podem deixar o observador fora do contexto de observação. Heisenberg (2000), com o seu princípio da incerteza e a sua Interpretação de Copenhaga (levada a cabo em parceria com Niels Bohr), levanta questões relacionadas com a interacção entre sujeito e o objecto de estudo. Schrödinger (1999) afirma, acerca deste princípio, que “o que eles [Niels Bohr e Werner Heissenberg] querem dizer é que o objecto não tem qualquer existência independente do sujeito que observa. [...] as descobertas recentes na física fizeram avançar o limite misterioso entre o *sujeito* e o *objecto*, e que assim se verificou que esse limite não era, de todo, um limite preciso” (p. 131, itálicos no original). A mecânica quântica, em conjunto com a teoria da relatividade de Einstein, colocam em causa a forma determinística e causal como a física clássica

olhava para o mundo natural. A revisão dos conceitos de espaço e tempo absolutos da física clássica, a que a relatividade einsteiniana obriga, e os paradoxos colocados pela mecânica quântica, levam-nos a repensar modo como a ciência é construída e sobre o seu papel na sociedade.

Nas áreas das ciências da terra e da vida, apercebemo-nos que a nossa intervenção no planeta traz retroactivos com mudanças que não conseguimos prever ao nível dos ecossistemas locais e globais. As alterações climatéricas devem-se ao uso abusivo dos combustíveis fósseis, a extinção em massa ao crescimento desmesurado da espécie humana e à subtracção de terrenos ao mundo natural para utilização em prol exclusivo das sociedades humanas expropriadoras. Se, por um lado, a mecânica quântica não permite dissociar o observador do objecto observado, as situações descritas mostram-nos que, no ecossistema global, o sujeito que o modifica é também ele modificado. A humanidade, como afirma Edgar Morin (2000), abriu mão da sua própria natureza e foi convertida em mais um elemento do mundo natural.

É neste contexto que iremos confrontar e analisar a ciência moderna com a ciência pós-moderna, para melhor percebermos qual o seu papel e o seu contributo para um desenvolvimento sustentado das sociedades planetárias. Um dos aspectos mais visíveis nesta transição é a quebra final do determinismo e a adopção de uma abordagem probabilística. O abandono da causalidade directa e unilateral em prol da incerteza conduz-nos a não proceder apenas de uma forma analítica, mas também a adoptar uma abordagem sistémica, que nos permita perceber melhor as implicações e as suas retroacções no objecto de estudo.

No que respeita às posturas epistemológicas associadas às duas formas de olhar a ciência, identificamos uma claramente modernista, que se relaciona com a utilização do método experimental na obtenção de resultados que seriam, à partida, válidos. Inserimos aqui as duas grandes correntes epistemológicas do empirismo de Bacon, da filosofia positiva de Comte e do racionalismo clássico de Descartes e Kant. Estas correntes afirmam que a validade do conhecimento científico decorre das metodologias e dos procedimentos adoptados, nomeadamente da aplicação do método experimental, independentemente de se adoptar um procedimento indutivo (característico do empirismo e do positivismo) ou dedutivo (mais próximo do racionalismo). É também característica destas correntes filosóficas a colocação do sujeito, construtor do conhecimento – vulgo observador – como um ser exterior ao próprio objecto em estudo. O pressuposto de que o sujeito e as observações que efectua são suficientemente independentes para que não afectem o decorrer do fenómeno nem os resultados obtidos, é tido como certo. O conhecimento científico constrói-se numa forma interna, sem qualquer relação com os contextos socioculturais onde se desenvolve, nem com o sujeito que o constrói.

As abordagens comumente designadas por pós-modernas distinguem-se das anteriores em diversos aspectos. Primeiro, na constatação de que a observação é sempre precedida pela teoria. Quando o sujeito observa determinado fenómeno, interpreta-o em função dos modelos teóricos que apropriou ao longo da sua vida (Popper, 1977, 2003). Podemos concretizar

esta situação com o exemplo da observação das irregularidades da superfície lunar que Galileu fez e que constituiriam prova indirecta de um heliocentrismo, que era já defendido pelo cientista. Sabemos que Galileu não inventou o telescópio, apenas aperfeiçoou uma antiga invenção árabe. Também é sabido que os ensinamentos dos filósofos gregos clássicos reentraram na Europa pelo mundo árabe, pois durante a idade média foram estes os guardiões da sabedoria clássica. Já no século VI a.C. os Pitagóricos propõem uma Terra esférica que possui movimento de rotação. No séc. V a.C. Philolau propõe um modelo em que uma Terra esférica gira em torno de um fogo central e no século III a.C. Aristarco de Samos avança com um modelo heliocêntrico. Sabemos que todos estes excertos dos antigos gregos chegaram à Europa através de traduções árabes que viajaram pela península Ibérica; que a ciência árabe medieval estava bastante desenvolvida quando comparada com a europeia; que os eruditos árabes estavam na posse de documentos que defendiam o heliocentrismo e que tecnologia que Galileu utilizou também estava na sua posse. Então, porque não avançaram eles com as mesmas provas que o sábio pisano reuniu para refutar o modelo geocêntrico? A resposta é simples: A sociedade árabe não vivia no paradigma aristotélico que reclamava um estatuto etéreo para todos os corpos situados além da esfera do fogo, ou seja, as observações efectuadas por estes enquadravam-se num paradigma diferente e, por isso mesmo, não constituíram elemento de refutação do estatuto divino que possuíam os corpos celestes, porque esse estatuto não fazia parte da mundividência árabe. Galileu, ao constatar que a superfície lunar continha irregularidades como a da Terra, refuta a hipótese aristotélica da perfeição dos corpos celestes apenas porque a mundividência da sociedade onde este se inseria tinha cariz aristotélico. cremos que fica claro com este exemplo que as observações efectuadas são interpretadas e trabalhadas dentro do paradigma em que o cientista se insere, ou seja, como afirma Popper (1997, 2003), a observação de um determinado facto é sempre precedida pela teoria.

Outra das características das abordagens pós-modernas é o não reconhecimento de um método universal de construção do conhecimento, antes defendendo a existência de uma pluralidade de métodos que são característicos do cientista. Assim, coloca-se o problema da validade do conhecimento científico, que foi discutido por diversos autores.

Popper (1977, 2003) considera que uma teoria é científica se for refutável do ponto de vista lógico, ou seja, utiliza aquilo que designa por critério de refutabilidade. A sua famosa metáfora de que *todos os cisnes são brancos*, ilustra de forma clara a sua posição. Popper assevera que a afirmação anterior é refutável sob o ponto de vista lógico pois, por muitos cisnes brancos que observemos, existe sempre a hipótese de virmos a observar um cisne preto. Assim, a afirmação *todos os cisnes são brancos* mantém-se válida enquanto não for avistado um cisne preto. É esta a resposta que Popper dá para resolver a questão da validade científica. As teorias científicas são válidas não pela forma como foram construídas, mas porque são constantemente sujeitas a testes de veracidade a que poderão sobreviver, ou não. Neste contexto, Kuhn (1998), contrapõe o critério de refutabilidade popperiano, afirmando que, caso tal se verificasse, as teorias científicas úteis e que deram grandes frutos no âmbito do desenvolvimento

tecnológico teriam sido rejeitadas pouco tempo após o seu surgimento. O heliocentrismo de Copérnico é disso um exemplo, pois as previsões das posições planetárias deste modelo eram bastante piores que as do modelo ptolemaico, em vigor no séc. XVI. No entanto, ele não foi rejeitado por isso, pelo contrário. Foi trabalhado, modificado e só 200 anos após a sua aparição é que se pode afirmar que tenha tido sucesso matemático, embora o contributo de Kepler, com as suas órbitas elípticas, tenha sido significativo. Em contraponto a este critério de validade outros surgiram.

A validação das teorias pelos pares é defendida por Kuhn (1998). Afirma que é por acordo, diálogo e dialéctica que as teorias científicas são aceites ou derrotadas. O contexto sociocultural adquire particular importância neste processo, pois a comunidade científica analisa as diferentes propostas do ponto de vista (paradigma) em que se insere. Esta posição leva-nos às abordagens sócio-contrutivistas da ciência, pois o contexto sociocultural em que os pares do cientista (e ele próprio) se inserem é fundamental para a aceitação ou não do modelo científico. A validade de uma teoria passa a ser plural e a sua utilidade passa a ser vista numa perspectiva pragmática e externa – a teoria vale pela sua aplicabilidade e pelos resultados que produz e não pela forma como foi obtida.

A racionalidade científica, que Popper tanto acarinha, é posta em causa quando Kuhn (2002) avança com a questão de que crenças e conhecimentos que usualmente não são tidos como científicos assumem um papel de primordial importância na construção das teorias científicas. Um exemplo com que o autor ilustra esta posição é o papel que o movimento neoplatónico teve na aceitação, por parte de Kepler, do heliocentrismo. Kepler era, antes da mais, um neoplatónico e o sistema heliocêntrico de Copérnico ajustava-se de forma muito conveniente às convicções neoplatónicas que atribuíam ao Sol um papel primordial, central e divino, enquanto regedor da vida terrena. Este abalo à lógica pura e metodológica defendida pelos filósofos modernos põe fim a uma perspectiva de validade metodológica do conhecimento científico e introduz o contexto sócio-cultural como regulador na sua construção.

Feyerabend (1993), com a abordagem anarquista da construção do conhecimento científico, chama-nos à atenção para o facto da hegemonia científica a que foram votadas as sociedades ocidentais e à colonização científico-tecnológica de sociedades tradicionais trazer muitos problemas à humanidade. A relatividade com que o autor aborda o pensamento científico é, na nossa opinião, muitas vezes mal interpretada e está mais viva que nunca. Não se trata de negar o valor da ciência enquanto empreendimento humano, mas sim de conhecer os seus limites, os seus revezes e de analisar profundamente as suas consequências para as sociedades. Sem revelar inquietações directamente relacionadas com o desenvolvimento sustentável, Feyerabend (1991) mostra as suas preocupações com as culturas diferentes da nossa. Afirma que estas se constituem fruto de uma adaptação a meios ambientais e socioculturais específicos possuindo, tal como a sociedade ocidental, o segredo de uma vida bem adaptada, não precisando que outra cultura lhes indique o caminho a seguir. Critica as noções de razão e objectividade, que defende serem os principais argumentos para atribuir, erroneamente, respeitabilidade e superioridade à

civilização ocidental, vista como racional, e exige o respeito pelos diversos modos de vida e pelas opções das diferentes sociedades e culturas.

Pelo facto de partilharmos das perspectivas aqui apresentadas, não pretendemos afirmar que o empirismo e o positivismo estão mortos ou moribundos. Não defendemos que uma abordagem da ciência, com características modernas, é incorrecta. Esta abordagem científica deu frutos e continua a dá-los. No entanto, os novos desafios que se colocam às sociedades planetárias obrigam-nos a ir além das questões levantadas pelas filosofias modernas da ciência e pelo neopositivismo popperiano. A ciência, à semelhança de outros empreendimentos humanos, só faz sentido se for realizada em benefício de todos os que dela necessitam e sem prejuízo de outrem. Surge, assim, como necessidade premente a reflexão sobre a ciência que queremos e para que sociedades a queremos, no século que se adivinha.

Uma ciência para o século XXI

Uma possível definição para desenvolvimento sustentável foi dada por Lester Brown, do *Worldwatch Institute*, (1981, citado por Capra, 1997): “Uma sociedade sustentável é a que satisfaz as necessidades sem diminuir as perspectivas das gerações futuras” (p. 4). É com este desafio que terminamos o século XX e iniciamos o primeiro século do terceiro milénio. À semelhança do que aconteceu em eras anteriores, também este novo século terá de construir a sua ciência, processo esse que já está em curso. Não nos referimos unicamente à construção de conhecimento científico mas também à forma de perspectivar a ciência, de a regular e, suportando-se nela e noutras disciplinas às quais tradicionalmente não é reconhecido o estatuto de ciência, construir um mundo mais justo, mais limpo e com mais futuro – um mundo sustentado. Neste cenário, podemos afirmar que os problemas que as sociedades do século XXI enfrentam são globais, mas as suas soluções são locais. Isto porque se, por um lado, as ameaças são ultimadas ao nível planetário, os processos de ultrapassar os desafios passam por uma mudança de atitude que, sendo global, porque diz respeito a todos, é essencialmente local, porque a mudança para hábitos de consumo, fontes de energia e estilos de vida mais sustentados só podem ser feitas tendo em conta os contextos geográficos, biológicos, geológicos, socioculturais, ambientais, económicos e políticos das sociedades em questão.

Para que enfrentemos o desafio, que nos é colocado com sucesso temos de abordar a actividade científica em três vertentes de acção distintas: *Primu vertente* – romper com a hegemonia da sociedade científica intimamente ligada à sociedade de consumo, ao capitalismo desregulado e à mercantilização da ciência, valorizando modos de vida tradicionais, menos consumistas e que tenham menos impacto no ecossistema global; *Secundu vertente* – valorizar áreas do saber tradicional que, à partida, podem parecer supersticiosas e de senso comum, mas cujo contributo para a construção de um novo estilo de vida podem ser fundamentais; *Tertiariu vertente* – estimular a aliança entre o conhecimento científico, construído numa perspectiva democrática e participativa, e o conhecimento de senso comum, para que o primeiro se torne acessível amanhã. Saliente-se que a ordem em que as três vertentes foram organizadas não se relaciona com a

importância relativa de cada uma delas, mas apenas com uma questão de sistematização da reflexão.

Primu vertente – Como já foi referido na primeira secção, a hegemonia da ciência ocidental conduziu a um desenvolvimento da sociedade do petróleo, que coloca em risco a sustentabilidade da vida no planeta. Os processos de colonização ocidentais foram historicamente substituídos por uma colonização económica, em que os países produtores de petróleo vêem as suas economias monopolizadas pelos cartéis das multinacionais. Os povos das florestas tropicais ou da tundra ártica vêem o seu *habitat* destruído e o seu modo de vida adulterado numa forma em que eles pouco ou nada lucram com isso. Os mercados ocidentais enchem-se de produtos supérfluos que são fabricados recorrendo a mão-de-obra infantil dos países pobres. O planeta não consegue suportar esta produção desenfreada e começa a dar sinais de *stress*. Assim, a primeira vertente de acção passa pela desconstrução do consumismo desenfreado e pela reposição ou recriação de valores que se relacionem mais com as questões éticas e morais. Parece-nos que uma reorientação da actividade científica, menos vocacionada para a criação de novos produtos e de novas necessidades, mais direccionada para a elaboração de tecnologia capaz de resolver os problemas energéticos, de saúde e planeamento familiar com que o planeta se debate, constitui um ponto fundamental na mudança de paradigma que consideramos necessária.

Sair do paradigma competitivo e passar ao paradigma da cooperação será um passo em frente na construção de uma sociedade mais justa. Capra (1983, 1997, 2002) lembra-nos que a cooperação está na base da complexificação da matéria. De novo, a *causa formalis* de Aristóteles pode ser aqui referida para melhor compreendermos esta ideia. Na verdade, se perspectivarmos a história do nosso Universo, vemos que as partículas elementares subatómicas (protões, neutrões e electrões) foram constituídas pela cooperação dos diferentes tipos de *quarks*, os átomos são constituídos pela cooperação dos protões, neutrões e electrões. Por sua vez, estes organizam-se numa nova forma de matéria a que chamamos moléculas, que cooperam originando formas de vida unicelulares que, por sua vez, cooperam para dar origem a organismos pluricelulares. Estes organizam-se em grupos cooperativos (cardumes, manadas, sociedades, etc.) que se inserem numa forma ainda mais extensa em ecossistemas que se inserem num ecossistema global. Toda estas formas de organizar a matéria têm por base a cooperação de formas mais simples da mesma. As sociedades humanas deverão por isso mesmo seguir o paradigma da cooperação em detrimento do paradigma competitivo, pois só assim poderemos construir uma nova forma que seja melhor que as suas antecessoras. Repare-se que, além da argumentação científica do autor, há aqui uma componente muito forte da ética.

Secundu vertente – A valorização das áreas do saber tradicional constitui a segunda vertente sobre a qual nos iremos debruçar. Feyerabend (1991) afirma que a cultura de uma sociedade deve não só ser respeitada mas também valorizada e explorada em prol de toda a humanidade. Parece-nos que esta postura sensata constitui um ponto de partida para o desenvolvimento. Na verdade, a busca de soluções, como já referimos anteriormente, tem de ser local e quem melhor que os habitantes das

sociedades locais para conhecerem o meio envolvente e a forma como ele responde às acções humanas? Como exemplo, podemos referir a forma como os países desenvolvidos olham para a floresta amazónica. Poderemos ter ali uma fonte quase inesgotável de novas moléculas ou associações de moléculas que permitam a cura e a prevenção de inúmeras doenças. Para explorar esse potencial, é fundamental que as tribos que habitam essa floresta sejam ouvidas e respeitadas, não só por poderem dar um grande contributo no sentido de que são eles os peritos na floresta através do conhecimento obtido pela da comunhão de várias gerações ao longo de vários milénios com a floresta podendo, por isso, obviar a busca de quem não a conhece, mas também porque são eles que melhor podem avaliar o impacto duma intervenção no seu ecossistema.

Capra (1997, 2002) defende a visão de ecologia profunda (*deep ecology*) de todo o planeta. Segundo Harding (2004) o conceito de ecologia profunda foi desenvolvido na década de 60, do século passado, por Arne Naess — filósofo norueguês com declaradas preocupações ecológicas. A perspectiva ecológica profunda defende o abandono do paradigma antropocêntrico e a adopção de um paradigma ecocêntrico, olhando a humanidade como parte integrante de um ecossistema global e não como uma espécie superior, cujo propósito é o de dominar o mundo natural. Existe um reconhecimento de que o bem-estar físico e psíquico da humanidade depende do bem-estar da natureza e que não é possível atingir o primeiro sem que o segundo se verifique. O princípio da equidade biológica, isto é, de que o valor das vidas não-humanas é idêntico ao das vidas humanas, e que a humanidade não tem o direito de reduzir a riqueza e a diversidade natural excepto para satisfazer as suas necessidades básicas, é um ponto-chave na abordagem da ecologia profunda. O ecologista profundo reconhece que a riqueza, bem como a diversidade biológica e cultural contribuem para o bem-estar global e têm valor por si próprias, independentemente da sua utilidade para a humanidade.

Que o impacto humano no mundo tem efeitos cada vez mais graves e é causado, em grande parte, pelo *boom* populacional que o século XX testemunhou é uma circunstância reconhecida pelos defensores da adopção de uma perspectiva da ecologia profunda. Um dos pontos fundamentais da visão de ecologia profunda é o facto desta não se poder ensinar, no sentido clássico do termo. Apenas se podem criar condições para que os humanos desenvolvam uma consciência de pertença e integração no mundo natural, que o sintam como um local do qual fazem parte e não apenas como o palco onde se desenrolam as suas vidas, desenvolvendo um respeito e uma reverência pela natureza idênticas às que possuíam populações humanas que se inspiravam nos modelos e histórias do mundo natural para reger a sua vida. O ecologista profundo defende a promoção de uma relação simbiótica com o mundo natural, ao invés da moderna metáfora parasita que ainda vigora actualmente.

Não faz parte de uma visão ecológica profunda o retorno, como é muitas vezes defendido por alguns grupos mais radicais, a um estilo de vida tribalista e com uma economia de subsistência. Primeiro porque uma sociedade tribal, nos tempos actuais, não será, com certeza, uma sociedade sustentável e, segundo, porque primitivo não é sinónimo de ecologicamente integrado. Várias foram as sociedades primitivas que devastaram e

destruíram ecossistemas, em nome do seu crescimento e desenvolvimento. A ecologia profunda defende o desenvolvimento de uma consciência ecológica que, através do auto-questionamento e do diálogo, leve a humanidade a abandonar o paradigma antropocêntrico e a ver-se a si própria como uma parte interactiva e fundamental de um todo mais abrangente que é o mundo natural. A ecologia profunda defende uma integração da sociedade no mundo natural com o desenvolvimento de valores de protecção deste não apenas porque é do interesse da humanidade fazê-lo, mas porque o seu valor é intrínseco e independente da sua utilidade para a humanidade.

Parece-nos que este paradigma interpretativo, conjuga a abordagem sistémica e a perspectiva histórico-cultural (Vygotsky 1962, 1978), pois permite-nos ir além do holismo da ciência pós-moderna, analisando não apenas o objecto de estudo como um todo, mas também na sua interacção com o meio circundante. Assim, existe uma abordagem típica da perspectiva sistémica, mas também uma visão situada dos fenómenos, que não são independentes do espaço e tempo em que ocorrem. O objecto não existe isoladamente, faz parte de um determinado cenário (*setting*). Um exemplo que nos é dado trata-se da forma como olhamos uma bicicleta. Numa perspectiva de ecologia profunda, além da interpretação da bicicleta como um todo em que as partes se conjugam para um resultado final que é diferente da soma das partes separadas, e de perspectivarmos a nossa própria relação com o objecto, temos também de enquadrar na construção desse modelo o seu passado histórico-cultural em interacção com o resto do mundo. Isto é, analisar o impacto que a remoção de ferro de uma mina, a exploração da borracha de uma árvore sul-americana e que todo o historial desse objecto teve, e continua a ter, um impacto no ecossistema global que tem de ser (re)avaliado e, numa constante retroacção, proceder às rectificações necessárias para que se gere um desenvolvimento cooperativo e sustentado.

Tertiariu vertente – Boaventura de Sousa Santos (1981, p. 57) diz-nos que “O conhecimento científico pós-moderno só se realiza enquanto tal na medida em que se converte em senso comum”. Um conhecimento enciclopédico e de estante é inútil na promoção de um desenvolvimento que queremos sustentado. O que a ciência construiu necessita ser discutido, partilhado e criticado por toda a sociedade. O que a ciência vai construir tem de ser decidido em sociedade, através do diálogo, da dialéctica e da retórica. É nesta dualidade participativa e decisiva que a nova ciência tem de se desenvolver (Sousa Santos, 1981, 1989, 2003). Para caminharmos no sentido de um mundo mais justo, não podemos continuar a permitir que os interesses económicos de alguns se sobreponham aos interesses de bem-estar e, nalguns casos de sobrevivência, da maioria. Os dinheiros utilizados na investigação de armamento são provenientes de fundos públicos que ultrapassam em muito as fronteiras de cada país. Basta ver, por exemplo, que o preço do barril de petróleo influencia o desenvolvimento económico e social de diferentes países. Assim, quando os E.U.A. decidem investir milhões de dólares na pesquisa de um programa científico-tecnológico de defesa, ou quando a Índia investe na construção de armamento nuclear, não são apenas as populações locais que pagam esse investimento, mas sim todas as populações planeta. Apenas com a conversão do conhecimento

científico em senso comum, que possibilite uma cidadania participativa e esclarecida a todos os cidadãos do mundo, podemos caminhar no sentido da construção da atitude científica mais sustentada, que consideramos ser fundamental para o desenvolvimento de todas as sociedades do planeta.

Em suma, cremos que a ciência do século XXI não deve (nem pode) negar as suas heranças modernas, mas que tem de dar um salto qualitativo, de ir mais além. Transformar-se e ajustar-se à sociedade que ela própria ajudou a construir. É necessário democratizar a ciência procurando, simultaneamente, compreender os saberes tradicionais. Dar-se a compreender, transformando-se ela própria num saber tradicional. Tem de se abdicar de uma presunção de racionalidade e objectividade que, sem dúvida, existem e lhe são características mas que, além de não serem exclusivas do conhecimento científico, são apenas duas das diferentes componentes utilizadas na sua construção. Abarcar de forma assumida as crenças, preconceitos e limitações socioculturais que estão na raiz da construção desse conhecimento para que, conhecendo os seus limites, possamos avaliar melhor as suas áreas de intervenção.

Resta-nos discutir a forma como isso poderá acontecer. Uma das instituições que maior peso poderá ter nesta transformação é, por excelência, local de educação e formação dos futuros adultos. Analisemos então o papel da escola em todo este processo.

O papel da escola

A escola assume particular importância na divulgação, discussão e levantamento de problemas de vária ordem sendo que as questões relacionadas com a sustentabilidade não constituem excepção. A promoção de uma educação para a sustentabilidade, adequada nas suas diversas vertentes, é um contributo fundamental para se atingirem as metas pretendidas no que respeita à sustentabilidade na Terra.

A escola é vista, muitas vezes, como o local onde os alunos vão aprender um conjunto de saberes básicos, que contribuem sobretudo para o seu desenvolvimento pessoal e profissional. O aluno que obtém sucesso académico é aquele que, supostamente, reconhece a importância da sua formação académica na construção do seu projecto de vida. Nesta perspectiva de escola elitista, os alunos que não sejam bem sucedidos na vida académica destinam-se à grande fatia daqueles que irão exercer profissões que não necessitam de qualificações específicas. Neste caso, além do que afecta o futuro pessoal do aluno, poucas mais consequências seriam de esperar em função do seu desempenho académico.

Contudo, esta perspectiva é insustentável por diversos motivos. A democratização do ensino, que se fez sentir em Portugal nos últimos trinta anos, bem como a sua massificação, desacreditaram a perspectiva que abordámos anteriormente. Por um lado, a lei de Bases do Sistema Educativo exige que a educação seja para todos e estipula um número mínimo de 9 anos de escolaridade básica, não permitindo mais que a escola delegue no aluno as opções sobre a frequência, ou não, da escola, ou sobre o percurso académico dentro desta, uma vez que existe um currículo, no ensino básico, quase igual para todos. Por outro lado, a exigência cada vez

maior de mão-de-obra especializada nas sociedades desenvolvidas levanta o problema do sucesso/insucesso académico. Nesta situação, a ausência de especialização não só remete o indivíduo para trabalhos não especializados ou para o desemprego, quando não para a marginalização e exclusão social, mas também influencia o desenvolvimento socioeconómico do país. Quer por decreto quer por questões de ética ou de ordem económica e de crescimento social do país, o percurso académico do aluno não pode ser descurado (se é que alguma vez o pode do ponto de vista ético) com o argumento de que só a ele diz respeito.

As questões de sustentabilidade trazem uma nova dimensão a este problema. Já havíamos percebido que o percurso académico do aluno (e da população geral, de um país) influencia o seu desenvolvimento económico e o seu crescimento social. Mas, com as questões da sustentabilidade na ordem do dia, este problema assume uma dimensão global, pois a acção do indivíduo vai influenciar o destino global que por sua vez vai influir na acção do indivíduo. A figura 3 procura esquematizar esta interacção que, sendo global, é preocupação de todos nós.

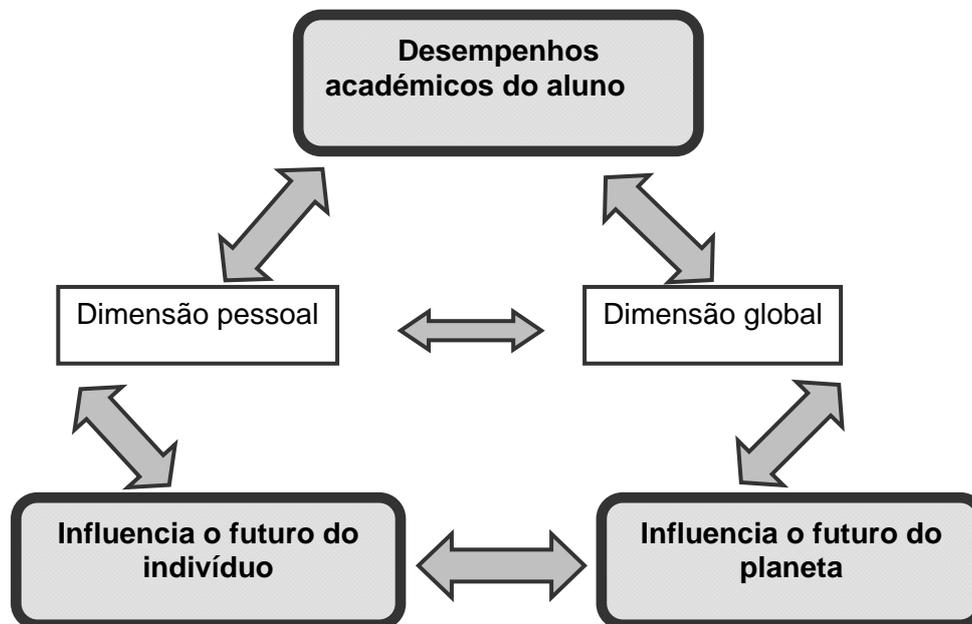


Figura 3.- A relação entre o desempenho académico do aluno e o seu impacto pessoal e global.

Se mais razões não houvessem para abordarmos aqui o tema da sustentabilidade, poderíamos sempre recorrer aos currículos nacionais das disciplinas científicas – da física à geografia – que abordam de forma clara e inequívoca a educação para a sustentabilidade. No programa de ciências físicas e naturais, do 3º ciclo do ensino básico, é dedicado um ano lectivo completo ao desenvolvimento das questões de sustentabilidade de forma abrangente e interdisciplinar nas disciplinas de Ciências Físico-Químicas e Ciências Naturais. Os currículos do ensino secundário apontam, também, de forma clara, o tratamento deste tema e sugerem a adopção de metodologias de pendor sócio-construtivista. No entanto, facilmente conseguimos vislumbrar mais motivos para o desenvolvimento deste tema.

Um desses motivos são as dificuldades que a escola enfrenta na promoção de valores éticos de respeito pelo próximo, pelas sociedades economicamente carenciadas e com dificuldade de acesso ao conhecimento, de promoção da igualdade e de combate aos problemas da xenofobia, racismo entre outros que se relacionam directa ou indirectamente com os problemas de globalização e sustentabilidade são equacionados por Hargreaves (2003). Este autor afirma que “O egocentrismo, o proteccionismo e a xenofobia não são apenas indesejáveis como são impraticáveis num mundo de migrações extensas e de comunicações instantâneas que não respeita quaisquer barreiras de tempo ou espaço” (p. 33). Uma das propostas por ele apresentadas para conseguirmos uma verdadeira educação onde a ética é respeitada, consiste em construir uma escola participada, onde as decisões são tomadas em equipa, envolvendo toda a comunidade educativa e os currículos são construídos com os alunos.

Ratcliffe e Grace (2003) e Reis (2004) defendem o uso de assuntos sócio-científicos e controversos na promoção das aprendizagens científicas. Desta forma, conseguimos não apenas ensinar ciência, mas também relacioná-la com as questões polémicas da actualidade dando significado às aprendizagens que os alunos realizam e promovendo, simultaneamente, uma atitude crítica, participativa e interventiva nas tomadas de decisão locais e globais. As preocupações com a literacia científica prendem-se também com as questões de desenvolvimento sustentável. A aprendizagem de conteúdos científicos de forma enciclopédica, desligados das suas aplicações tecnológicas e das suas implicações económicas e socioculturais, ainda que apreendidos pelos alunos, pouco ou nada contribuem para a promoção de uma educação para o desenvolvimento sustentável. Esta necessita de apropriação de conhecimentos, de atribuição de um significado por parte dos alunos, ou seja, de um processo que permita passar de conhecimentos que lhes são anteriores e externos para conhecimentos que eles internalizaram (César, 2003). Os problemas de sustentabilidade são, é claro, também científicos mas numa ciência abrangente, dialógica e dialéctica, e não de uma ciência enciclopédica de verdades consagradas e indiscutíveis.

Analisemos, então, os elementos que identificámos como sendo facilitadores e promotores das aprendizagens relacionadas com as questões da sustentabilidade. Identificámos três questões de fundo, que vamos agora desenvolver. A primeira questão prende-se com as práticas dos professores. Uma abordagem sócio-construtivista dos assuntos relacionados com o desenvolvimento sustentável é facilitadora das aprendizagens deste tema. A sustentabilidade é um tema polémico, que toca nas convicções políticas e éticas dos alunos, pelo que as interações sociais assumem particular relevância neste tema. A história mostra-nos que as mentalidades mudam devagar e pela argumentação partilhada, não de forma directiva e hierárquica. Assim, a promoção de debates na sala de aula que relacionem as questões científicas com as suas implicações ao nível da sustentabilidade poderá ser um factor de motivação e de desenvolvimento de competências sócio-afectivas profundas (Giordan, 1998, 1999). Se podemos, com algum sucesso, explicar a estrutura atómica ou a lei da gravidade sem recorrer ao debate na sala de aula, já será mais difícil consegui-lo se quisermos enquadrar estas criações científicas na sua época e no seu contexto sócio-

cultural. Será praticamente impossível se quisermos abordar as questões conceituais acerca do electrão ou da natureza da gravidade. E será de todo impossível promover uma atitude de tolerância, anti-xenófoba e de preocupação com as questões ambientais, se recorrermos unicamente a metodologias de ensino em que o aluno tem unicamente o papel de receptor.

O desenvolvimento de competências sociais faz-se permitindo ao aluno que construa os seus próprios modelos, que os afira, questione e discuta e, depois, decida sobre qual optar. Não se gera conflito sócio-cognitivo sem envolver o aluno no assunto que está a ser trabalhado. Porém, para que os professores possam pretender promover estas práticas é necessário que a sua formação, inicial e contínua seja planeada e suportada nas perspectivas sócio-construtivistas. Constitui um contra-senso promover a formação de professores recorrendo a metodologias behavioristas e pressupor que eles irão aplicar na sua sala de aula práticas inovadoras e dialécticas, que não vivenciaram, nem sabem como se implementam ou que vantagens trazem para as práticas de sala de aula. É, assim, fundamental que os professores mudem as suas práticas, mas é ainda mais premente que aqueles que os formam as mudem também, para que os futuros professores contactem com práticas inovadoras antes mesmo do início da sua actividade como docentes. Para que a adaptação das práticas utilizadas pelos professores seja maior e se actue, também, de forma sustentada como classe docente, cremos ser fundamental que se promovam acções de formação com o formato de oficinas de trabalho, realizadas nas escolas, respondendo a necessidades concretas daquela comunidade educativa, com um projecto de intervenção que será posto em prática pelos próprios professores, apoiados pelo formador.

Outro dos aspectos que consideramos ter importância fundamental é a visão de ecologia profunda que um professor deve apropriar para que melhor compreenda o interrelacionamento entre as diferentes áreas do saber. É necessário promover a visão de ecologia profunda, referida anteriormente. A organização curricular fez-se, durante muitos anos, por saberes estanques, que raramente comunicavam entre si. Já vimos anteriormente que as questões relacionadas com a sustentabilidade envolvem áreas do saber diversas, que se encaram como complementares. A economia, a sociologia e o ambiente são três vertentes da sustentabilidade que são comumente referidas. As questões ambientais *per si* envolvem as quatro disciplinas científicas clássicas – física, química, biologia e geologia – ao passo que a economia e a sociologia envolvem as ciências sociais, como a história e a geografia, no processo de debate. Assim, se não promovermos a transdisciplinaridade será impossível abordar de forma aprofundada e rigorosa questões relacionadas com a temática da sustentabilidade.

Os actuais currículos, apesar de pretenderem promover a interdisciplinaridade, falham na sua concretização por diversas razões: a dificuldade dos professores em encontrarem pontos comuns nas diferentes disciplinas; questões organizacionais, como os horários, que se colocam quando, ultrapassada a primeira fase, os professores se propõem a trabalhar em equipa pluridisciplinar; ou o elevado número de turmas atribuído a cada professor, entre muitas outras. Cremos que o sistema

educativo tem de se esforçar mais por promover a inter e a transdisciplinaridade, que passam por facilitar o acesso aos professores a uma visão de ecologia profunda – recorrendo à formação inicial e contínua - e por criar condições organizacionais que permitam uma efectiva implementação de procedimentos promotores de uma visão sistémica do mundo, aos alunos.

O terceiro ponto sobre o qual gostaríamos de nos debruçar abrange, de certa forma, os dois anteriores. Trata-se da promoção do debate epistemológico a vários níveis. As razões que nos levam a defender tal promoção prendem-se com o facto de a educação para a sustentabilidade lidar com diversos elementos que são, acima de tudo, de ordem ética e não científica. Só a ética e a moral nos podem levar a defender uma distribuição mais equitativa dos bens. Não há qualquer razão científica para que se proceda dessa forma, da mesma maneira que não há nenhuma razão científica que nos impeça de explorar o semelhante. O debate epistemológico associado a um posicionamento próximo do pós-modernismo ajuda-nos a compreender quais são os limites da ciência. A discussão da validade do conhecimento científico e a análise de posturas de outros pensadores, podem gerar o conflito sócio-cognitivo que nos leve a abandonar as crenças mais arraigadas ao modernismo e à atribuição de uma validade intrínseca ao conhecimento científico, promovendo a aceitação de ideias e conhecimentos alternativos que, como vimos anteriormente, consideramos de primordial importância na construção de uma ciência adaptada às realidades do século XXI.

Referimos também que este aspecto é abrangente no que respeita aos dois pontos anteriores. Em relação ao primeiro ponto, a adopção de práticas sócio-construtivistas, por parte dos professores, ao proceder a uma reflexão sobre a natureza da ciência e sobre os processos de construção e validação do conhecimento científico, as imagens de uma ciência feita de verdades que não necessitam ser discutidas, mas apenas ensinadas, dará lugar a uma perspectiva mais dinâmica do conhecimento científico e uma visão mais abrangente como empreendimento social. Na tentativa de fazer passar essa perspectiva aos alunos, o professor terá de recorrer a práticas sócio-construtivistas, atribuindo ao aluno um papel activo, de co-responsabilização e crescente autonomia, na construção do seu próprio conhecimento. Por outro lado, o debate epistemológico também poderá contribuir para a promoção de uma visão de ecologia profunda pois cremos que a reflexão que somos forçados a fazer nos levará a questionar o determinismo e a causalidade da ciência moderna, levando à busca de alternativas de características mais interpretativas e sistémicas.

Para terminar gostaríamos de salientar o protagonismo que a escola poderá desempenhar na construção de uma sociedade planetária mais equitativa, sustentada e justa. Ao sensibilizarmos os nossos alunos para este problema, estamos também a levar o debate para as famílias e para a sociedade em geral. Sendo um assunto polémico, muitas vezes abordado pelos órgãos de comunicação social, pelos partidos políticos e pelas manifestações de movimentos ambientalistas e sociais, cremos que, indirectamente, podemos ajudar a esclarecer a opinião pública duma forma mais alargada e abrangente.

Como professores, temos a responsabilidade, que é simultaneamente gratificante e angustiante, de, através das práticas que implementamos e dos conhecimentos que veiculamos, contribuirmos para a construção de um futuro sustentado e mais justo. Futuro esse que queremos construído por toda a humanidade e para toda a humanidade, como defende, a escola inclusiva (César, 2003). Neste vislumbre do futuro, é necessário que tenhamos sempre presentes os ensinamentos do passado, relembremos aqui Parménides (Dumont, s/d) e a sua famosa máxima, que quase vinte e cinco séculos depois se mantém actual e pertinente. "O homem é a medida de todas as coisas".

Referências bibliográficas

- Capra, F. (1983). *The turning point*. Londres: Flamingo.
- Capra, F. (1997). *The Web of life: a new synthesis of mind and matter*. Londres: Flamingo.
- Capra, F. (2002). *The hidden connections – a science for sustainable living*. Londres: Harper Collins Publisher.
- César, M. (2003). A Escola inclusiva enquanto espaço-tempo de diálogo de todos e para todos. Em D. Rodrigues (Ed.), *Perspectivas sobre a inclusão – Da educação à sociedade* (pp. 117-149). Porto: Porto Editora.
- Deus, J. D. de (2003). *Da crítica da ciência à negação da ciência*. Lisboa: Gradiva.
- Dumont, J. (s/d). *A Filosofia antiga*. Lisboa: Edições 70.
- Feyerabend, P. (1991). *Adeus à razão*. Lisboa: Edições 70.
- Feyerabend, P. (1993). *Contra o método*. Lisboa: Relógio D'Água.
- Giordan, A. (1998). *Apprendre*. Paris: Belin.
- Giordan, A. (1999). *Une didactique pour les sciences expérimentales*. Paris: Belin.
- Harding, S. (2004). What is deep ecology?. *Ressurgence* 185. Em: <http://ressurgence.gn.apc.org/185/harding185.htm>.
- Hargreaves, A. (2003). *Teaching in the knowledge Society – education in the age of insecurity*. Londres: Open University Press.
- Heisenberg, W. (2000). *Physics and philosophy*. Londres: Penguin books.
- Kuhn, T. (1998). *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Editora Perspectiva.
- Kuhn, T. (2002). *A revolução copernicana*. Lisboa: Edições 70.
- Ministério da Educação (1986). Lei n.º 46/86: Lei de bases do sistema educativo. *Diário da República*, I série, n.º 237.
- Ministério da Educação (2001). *Currículo nacional do ensino básico*. Lisboa: Departamento do Ensino Básico.
- Ministério da Educação (2002). *Orientações curriculares para o ensino básico: Ciências físicas e naturais*. Lisboa: Departamento do Ensino Básico.

Popper, K. (1977). *The logical of scientific discovery*. Londres: Hutchinson.

Popper, K. (2003). *Conjecturas e Refutações*. Lisboa: Almedina.

Ratcliffe, M. e M. Grace (2003). *Science education for citizenship – Teaching socio-scientific issues*. Londres: Open University Press.

Reale, G. (2001). *Introdução a Aristóteles*. Lisboa: Edições 70.

Reis, P. (2004). *Controvérsias sócio-científicas: discutir ou não discutir? Percursos de aprendizagem na disciplina de ciências da terra e da vida*. Lisboa: Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. [Dissertação de doutoramento, documento policopiado].

Schrödinger, E. (1999). *A natureza e os gregos seguido de Ciência e humanismo*. Lisboa: Edições 70.

Sousa Santos, B. de (1981). *Um discurso sobre as ciências*. Lisboa Edições Afrontamento.

Sousa Santos, B. de (1989). *Introdução a uma ciência pós-moderna*. Lisboa: Edições Afrontamento.

Sousa Santos, B. de (2003). *Conhecimento prudente para uma vida decente – ‘Um discurso sobre as ciências’ revisitado*. Lisboa: Edições Afrontamento.

Tegmark, M. e J. Wheeler (2002). *100 anos de mistérios quânticos*. Em: Universidade Estadual de S. Paulo, Brasil. <http://sorzal-df.fc.unesp.br/SCIENTIFIC-AMERICAN-100Y-QM.htm>]

Vygotsky, L. (1962). *Thought and language*. Cambridge Ma: MIT Press. [original publicado em russo em 1934].

Vygotsky, L. (1978). *Mind and society: The development of higher psychological processes*. Cambridge Ma: Harvard University Press. [original publicado em russo em 1932].