

Para uma didática das Ciências transdisciplinar: o contributo da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas

António J. Neto

Departamento de Pedagogia e Educação, Universidade de Évora, Évora, Portugal

Resumo

Partindo de uma breve contextualização epistemológica e pedagógica, na qual se identificam os eixos estruturantes do pensamento contemporâneo, discutem-se os seus potenciais reflexos na educação e, por extensão, na didática das ciências, assumindo-se que a investigação e as práticas neste campo devem ter como horizonte a marca da transdisciplinaridade. Analisam-se, a seguir, os princípios estruturantes das abordagens transdisciplinares e da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP), concluindo-se que esta poderá dar um importante contributo a caminho de uma educação transdisciplinar. Esboçam-se, por fim, implicações pedagógicas dos argumentos aduzidos, com particular ênfase na formação de professores de ciências.

1. Para uma didática das Ciências transdisciplinar

A educação científica atual continua a ser bastante influenciada por aquilo que alguns autores designam de “falácia da memorização rotineira” ou o que Paulo Freire (1975) apelidava de “educação bancária”. Tal como é claramente afirmado no famoso relatório *Beyond 2000* (Millar & Osborne, 1998), essa educação está fora de moda, por ser ainda em muito uma educação preparatória de futuros cientistas, ao invés de, como já defendia Dewey (1974), ser uma educação assumida como experiência de vida.

No seu livro *La tête bien faite*, Edgar Morin (1999), referenciando Montaigne, escreve: “mieux vaut une tête bien faite que bien pleine” (p. 23). Para o autor, esta máxima coloca como imperativo a necessidade de uma educação que, ao invés de fragmentar, seja capaz de contextualizar e globalizar. Para melhor ilustrar essa sua convicção, Morin recorre desta vez à sabedoria de Pascal, bem ilustrada nas seguintes palavras:

“Toutes choses étant causées et causantes, aidées et aidantes, médiates et immédiates, et toutes s’entretenant par un lien naturel et insensible qui lie les plus éloignées et les plus différentes, je tiens impossible de connaître les parties sans connaître le tout, non plus que de connaître le tout sans connaître particulièrement les parties.” (Pascal, *Pensées*, in Morin, 1999, p. 28).

Morin faz corresponder à carismática década de 60 do século XX a emergência do pensamento habitualmente designado de sistémico. A partir dessa década, é na verdade crescente o número daqueles que proclamam a necessidade de “voltar” a conseguir ligar, contextualizar e globalizar conhecimentos que a especialização disciplinar do século XIX tinha vindo fragmentar, muito em resultado de propostas como a famosa classificação e demarcação positivista das ciências de Augusto

Comte.

Stephen Toulmin (1992), na sua obra *Cosmopolis: the hidden agenda of modernity*, ao propor-se repensar a modernidade e a sua influência na contemporaneidade, vem também nessa linha. No comentário que faz ao mesmo livro, Richard Rorty considera que Toulmin mostra nele bem como poderiam ter sido diferentes (para melhor) os últimos séculos da humanidade se, em vez de Descartes e do seu método analítico, tivesse sido Montaigne (e a sua perspetiva global) a marcar a agenda do conhecimento e da investigação.

Compreende-se, assim, como salientam Maingain, Dufour e Fourez (2002), que a partir daí tenham começado a proliferar termos como *multidisciplinaridade*, *interdisciplinaridade* e *transdisciplinaridade*, os quais, como é o caso da palavra “interdisciplinaridade”, nem sequer apareciam no dicionário, há cerca de meio século. Todos eles, se bem que polissémicos e muitas vezes usados de forma ambígua, difusa e aleatória, designam posturas tendentes a superar as limitações impostas pelo conhecimento disciplinar (Morin, 1999; Roldão, 1999).

Mas qual é o papel das *disciplinas* nessas mudanças? Como defende Roldão (1999), a nossa cultura científica repousa sobre elas e cada uma representa um passo epistemológico relevante na história do conhecimento humano. Forçoso é, contudo, reconhecer que, se, por um lado, elas permitem um olhar mais aprofundado sobre a realidade, limitam, por outro, a visão do todo. Está-se, pois, perante duas tendências em permanente tensão na compreensão do real: a especialização, por um lado, e a integração, pelo outro (Morin, 1999).

Tal tensão entre o singular e o plural, a qual afeta em especial as ciências sociais, colocando-lhes notórias dificuldades de demarcação, não deve, todavia, ser vista como um mero anacronismo, mas antes como uma traço saliente do pensamento humano, confrontado com a necessidade de encontrar um equilíbrio constante entre a análise que decompõe e a síntese que unifica. Desde que reconfiguradas e recontextualizadas, as disciplinas, enquanto áreas diferenciadas e estruturadas do saber, continuam pois a fazer todo o sentido.

Importa ainda assinalar que, sendo a educação um fenómeno intrinsecamente complexo e sistémico, dificilmente a sua abordagem prática poderá ser compatível com a simples aplicação de conhecimento parcelar, analiticamente produzido pela investigação. cremos, aliás, que esse equívoco condicionou durante muito tempo os discursos académicos educacionais, em particular no domínio da didática das ciências.

Durante muito tempo, de facto, a pesquisa em didática das ciências foi excessivamente direcionada para a investigação analítica e “de laboratório” (incidindo, por exemplo, em tópicos como resolução de problemas, concepções alternativas ou trabalho prático, frequentemente abordados de forma isolada e como um fim em si mesmos), pouco surpreendendo, por isso, a sua alegada falta de aplicabilidade prática (Hodson, 1998).

Creemos que hoje se propende, a nosso ver com total pertinência, para investigações mais holísticas, como é o caso das abordagens Ciência-Tecnologia-Sociedade, de resolução de problemas (Neto, 1998) ou a designada aprendizagem baseada na resolução de problemas (ABRP) (Barrows & Tamblyn, 1980).

Como bem acentua Morin (1999), embora contando com as disciplinas, há que saber contornar os inconvenientes que a especialização coloca, assumindo isso especial acuidade em educação. Diversas propostas têm sido ensaiadas com essa intenção, a partir de meados do século passado. É esse o caso das já referidas abordagens interdisciplinares. De acordo com Morin (1999), a interdisciplinaridade, considerada em sentido lato, pode ter graus de aprofundamento diversos, num *continuum* que vai desde a simples concertação entre disciplinas (multidisciplinaridade) a uma autêntica cooperação temática e metodológica (transdisciplinaridade).

A transdisciplinaridade é, assim, das três a via que mais ousada se revela, no que se prende com a superação das fronteiras das disciplinas. Ela tem a ver com o recurso a problemas de recorte transdisciplinar, como é o caso do desenvolvimento sustentável ou da problemática ambiental e climática. Estes problemas, dada a sua complexidade intrínseca, implicam a mobilização de conhecimentos e métodos que atravessam os campos e as fronteiras das disciplinas tradicionais, podendo mesmo chegar a pôr em causa as suas fundações.

Como lembra Morin (1999), os problemas do mundo atual são, na verdade, de tal forma globais que se afirma como um imperativo encontrar formas de conseguir dar conta de tudo o que é contextual e sistémico, ou seja, de tudo o que tem a marca da transdisciplinaridade.

2. Da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas à transdisciplinaridade

Como antes se deu a entender, existe alguma confusão na literatura quando se trata de encontrar designações para as diferentes formas de promover articulação entre disciplinas e de assegurar o diálogo entre as mesmas, superando as rígidas fronteiras que as demarcam.

Pretendendo contribuir para clarificar as categorias conceptuais e metodológicas envolvidas nessa problemática, diversas taxonomias e terminologias têm sido apresentadas (Morbjök, 2009; Morin, 1999; Nordahl & Serafin, 2008). Dentre elas, a mais referenciada é a que é utilizada por Morin e que tem por base, como antes vimos, a trilogia hierárquica que, começando na *multidisciplinaridade*, segue para a *interdisciplinaridade* e culmina na *transdisciplinaridade*, em ordem crescente da integração do conhecimento.

A transdisciplinaridade representa, desse ponto de vista, o nível mais elevado da integração temática e metodológica, indo o seu enfoque para além do domínio estrito das disciplinas. Partindo de problemas reais complexos e pouco estruturados, as abordagens transdisciplinares procuram obter solução para os

mesmos, não pela simples justaposição ou mera adição de conceitos e métodos disciplinares, mas mediante a construção de uma nova totalidade sistêmica, em que aqueles contributos parcelares perdem a sua identidade, para passarem a consubstanciar uma nova categoria epistemológica (Mobjörk, 2009).

Na ótica de Morin (1999), a tônica em que hoje insistimos vai, na verdade, para aquilo que é complexo, temporal e instável, o que se traduz num *movimento transdisciplinar* que está a ganhar cada vez mais força. A *investigação transdisciplinar* é assim considerada essencial para o processo de produção de conhecimento na sociedade contemporânea.

Está desse modo em jogo uma mudança de paradigma relativamente ao modo como se concebe o processo de produção do conhecimento científico no mundo de hoje (Mobjörk, 2009). Enquadrado na sociologia da ciência, vale a pena referenciar aqui o trabalho de Michael Gibbons e seus colaboradores (Gibbons et al., 1994), publicado no livro *The new production of knowledge: the dynamics of science and research in contemporary societies*. Nesse livro, de título aliás bastante sugestivo, os autores argumentam que, a partir de meados do século XX, uma nova forma de produzir conhecimento começou a emergir, a qual, sendo decisivamente determinada pelos contextos de produção, é impulsionada pela necessidade de resolver problemas do mundo real, problemas esses de natureza transdisciplinar. Esse modo de produzir conhecimento ou de investigar foi designado por aqueles autores de Modo 2, com o propósito de o distinguir do modo tradicional (Modo 1), este mais movido por critérios académicos e disciplinares e pelos interesses dos próprios investigadores. Como campos proeminentes de aplicação prática desses princípios são de destacar as áreas do ambiente e do desenvolvimento sustentável (Brandt et al., 2013), assim como a medicina, a educação e o design. Todas essas áreas colocam questões sociais complexas e fazem emergir problemas transdisciplinares, aos quais dificilmente a forma tradicional de produzir conhecimento (o Modo 1).

Exigem-se assim propostas mais integradoras e mais holísticas, configurando orientações metodológicas de perfil transdisciplinar, projeto para o qual a aprendizagem baseada na resolução de problemas poderá, a nosso ver, dar um importante contributo.

Marcante foi também para o movimento transdisciplinar a publicação em 1996 do designado “Manifesto para a Transdisciplinaridade”, da autoria de Basarab Nicolescu (1999), o qual envolve uma crítica contundente à ciência moderna e ao seu reducionismo epistemológico e metodológico. Para o autor, a investigação transdisciplinar não tem de ser entendida como visando a criação de uma nova disciplina ou superdisciplina, mas antes como uma via complementar de realizar investigação ou, nas palavras do próprio Nicolescu, a “science and art of discovering bridges between different areas of knowledge and different beings” (Nicolescu, citado por Mobjörk, 2009, p. 15).

Subjacente a esse ponto de vista está, assim, a noção de conhecimento científico como algo dependente dos contextos em que foi produzido e o investigador como um participante ativo no

mundo que tenta compreender, necessariamente orientado e determinado por critérios éticos, sociais e culturais. Esta ideia de o conhecimento ser decisivamente determinado pelos contextos físicos, sociais e culturais em que é construído traz associada uma mudança epistemológica fundamental, configurando um pressuposto hoje incontornável nas concepções que tipificam os nossos tempos relativamente ao que é conhecer, aprender e ser.

Na taxonomia triárquica que aqui temos vindo a adotar, a transdisciplinaridade surge, em síntese, encarada como a forma mais elevada de assegurar a cooperação integradora entre disciplinas. Tendo como grande propósito a integração conceptual e metodológica, a transdisciplinaridade é descrita como “uma prática que transgride e transcende as fronteiras disciplinares”, estendendo-se, desse modo, para além do pensamento disciplinar.

Como facilmente se pode inferir, a transdisciplinaridade ajusta-se perfeitamente ao modo contemporâneo de produzir conhecimento, algo que Gibbons et al. (1994) quiseram mostrar, ao identificarem nela as quatro características principais a seguir indicadas, por eles entendidas como facetas distintivas das abordagens transdisciplinares:

Desenvolvimento de um quadro de referência para orientar as estratégias de resolução dos problemas transdisciplinares;

Desenvolvimento de estruturas e métodos próprios que não dependem, necessariamente, do conhecimento disciplinar;

Comunicação não confinada aos canais institucionais convencionais, antes implicando não só os participantes na investigação, como também outros atores sociais externos, potencialmente interessados nos produtos dessa investigação;

Natureza dinâmica de todo o processo, o qual é muito menos previsível do que acontece na investigação disciplinar.

Como Russel et al. (citados por Mobjörk, 2009, p. 27) argumentam, a transdisciplinaridade tem assim o potencial de poder responder aos novos desafios e imperativos conceptuais e metodológicos, potencial esse que, como esses autores a seguir ilustram, emana das próprias características do processo:

This potential springs from the characteristic features of transdisciplinarity, which include problem focus (research originates from and is contextualised in “real-world” problems), evolving methodology (the research involves iterative, reflective processes that are responsive to the particular questions, settings, and research groupings) and collaboration (including collaboration between transdisciplinary researchers, disciplinary researchers and external actors with interest in the research).

Na citação anterior, são claramente enfatizadas as seguintes facetas da transdisciplinaridade:

- enfoque em problemas da vida real
- metodologia evolutiva
- colaboração entre participantes e outros interessados na investigação

A investigação transdisciplinar é assim realizada com a intencionalidade explícita de resolver problemas complexos e multidimensionais (problemas transdisciplinares), na convicção de que são desse tipo os reais problemas que a sociedade tem de enfrentar, os quais extravasam as fronteiras limitadas dos referenciais disciplinares.

Sendo a resolução de problemas muitas vezes utilizada como metáfora para descrever a prática da investigação em geral (cf. Popper e Khun, por exemplo), essa metáfora assume particular acuidade quando se trata da investigação transdisciplinar, dada a relação, pode dizer-se umbilical, entre esse tipo de abordagem à realidade complexa e a resolução de problemas verdadeiros. Expressões como “enfoque em problemas”, “resolução de problemas”, “problemas sociais” ou “problemas da vida real” são, com efeito, recorrente e reiteradamente, utilizadas e enfatizadas na literatura sobre a transdisciplinaridade.

Percebe-se, assim, que alguns autores comecem a olhar a ABRP como uma via adequada de levar à prática o exercício da transdisciplinaridade (Nordahl & Serafin, 2008), nomeadamente em contexto de formação, seja ela inicial ou contínua. E compreende-se que assim seja já que, como a seguir se pretende mostrar, os eixos nucleares da investigação transdisciplinar – *enfoque em problemas da vida real, metodologia evolutiva* (dotada de forte imprevisibilidade) e *colaboração entre participantes e outros atores implicados* – são também eixos estruturantes das propostas didáticas apoiadas na ABRP.

Nordahl e Serafin (2008), advogam, em conformidade, o desenvolvimento de currículos, programas e estratégias transdisciplinares que tenham como pilares fundamentais os princípios da ABRP. Procuram, por outro lado, levar à prática esses princípios, como bem o ilustra o trabalho que publicaram com o título “Using problem based learning to support transdisciplinarity in an HCI education”, trabalho esse inserido num programa de investigação mais vasto a decorrer na Universidade de Aalborg, Copenhaga.

Como é sabido, o modelo ABRP, tal como foi delineado pelos seus pioneiros na Universidade de Macmaster, no Canadá, assenta na premissa de que é possível chegar ao conhecimento integrado através de abordagens em que os alunos são estimulados a refletir sobre problemas de perfil transdisciplinar e a procurar a informação de que carecem para poderem chegar a possíveis soluções para esses problemas, com isso ampliando a sua base de conhecimento conceptual e processual (Barrows, 2009; Barrows & Tamblyn, 1980).

Independentemente do contexto específico de aprendizagem, o problema colocado deve ser real e aberto, de maneira a criar a necessidade de o aprendiz ir em busca de conhecimento e de servir como *impetus* para os alunos ampliarem a sua base de conhecimento sobre o assunto, assim como desenvolverem competências de resolução de problemas, em particular de ordem metacognitiva (Barrows, 2000; Hmelo-Silver, 2000).

Apesar de haver considerável variação entre os currículos, os cursos ou as abordagens pedagógicas

apoiadas na ABRP, há seis características nucleares que, de uma forma ou de outra, são comuns a todos eles (Hmelo-Silver, 2004). De acordo com Barrows (1996), um dos pioneiros do modelo ABRP, essas características podem ser assim sintetizadas:

Na ABRP, o processo de ensino e aprendizagem é centrado no aluno. Os alunos, sob a supervisão de um tutor (por exemplo, o professor), são estimulados a assumir a responsabilidade pela sua própria aprendizagem, identificando o que precisam de saber e as formas de o conseguir, para melhor poderem lidar com o problema em foco.

A aprendizagem é realizada em pequenos grupos, na forma de trabalho colaborativo. Dessa maneira, os alunos adquirem importantes competências sociais e poderão contar com o apoio dos colegas nas tarefas de aprendizagem.

O professor atua como facilitador ou guia do processo de aprendizagem. Compete ao professor promover, nomeadamente, a comunicação metacognitiva, ajudando os alunos a colocar questões, para melhor compreenderem a natureza do problema e conseguirem chegar a possíveis soluções.

Os problemas funcionam simultaneamente de organizadores e de estímulo à aprendizagem. O problema é assim encarado como ponto de partida para novas aprendizagens, tornadas imprescindíveis face aos desafios que a situação problemática coloca e perante as lacunas de informação que certamente se verificarão. O problema garante, por outro lado, a relevância necessária para que a motivação intrínseca possa ser estimulada. Ao tentarem compreender o problema, os alunos são levados a tomar consciência das novas aquisições conceptuais e procedimentais que têm de realizar, proporcionando, desse modo, o contexto apropriado para que a necessidade de integrar conhecimento de diversas áreas de conhecimento se faça sentir.

Os problemas são o veículo para a aquisição e o desenvolvimento de competências práticas de resolução de problemas. A situação problemática sugerida deve replicar as situações problemáticas da vida real (ou ser delas extraída), ou seja, ser apresentada de forma difusa e pouco estruturada, ainda que estimulante.

A nova informação é adquirida através de uma dinâmica de aprendizagem auto-dirigida. Como corolário das características anteriores, nomeadamente a centração na aprendizagem e o papel de facilitador atribuído na ABRP ao professor, espera-se que os alunos, mediante um empenhamento autossustentado nas tarefas, aprendam a partir do conhecimento que a sociedade foi acumulando e distribuindo ao longo dos tempos.

Tendo por referência estes traços distintivos, Hmelo-Silver (2004) apresenta, do modo que a seguir se explicita, os cinco grandes objetivos que devem nortear a ABRP:

Construir uma base de conhecimento ampla e flexível – essa base deve estender-se para além dos conceitos básicos e levar o aluno, em trabalho colaborativo, à integração de informação transversal a

diversas áreas de conteúdo. Como tal, a informação deve ser apresentada de forma a que o aluno rapidamente seja capaz de relembrar o que aprendeu e aplicar o conhecimento sob várias circunstâncias.

Desenvolver competências de resolução de problemas – o que implica que o aluno mobilize uma gama de estratégias metacognitivas, tais como planear, monitorizar e avaliar, as quais lhe permitem regular o processo de resolução.

Desenvolver competências de aprendizagem autónoma e duradoura – tal como no caso anterior, a metacognição afirma-se aqui também vital. Os alunos necessitam, assim, de tomar consciência daquilo que são capazes de compreender e desenvolver a capacidade de definir e avaliar metas de aprendizagem pertinentes.

Colaborar ativamente na execução das tarefas – inclui o desenvolvimento de competências de trabalho colaborativo, tais como a negociação, a resolução de conflitos e o estabelecimento de consensos.

Promover a motivação intrínseca – esta é particularmente beneficiada quando os grupos formados partilham metas e interesses de aprendizagem e desafios a superar.

3. Implicações para a formação de professores de Ciências

Numa escola como a nossa, em que ainda não se conseguiu, em termos de tendência geral, chegar ao grau de aprofundamento mais baixo da interdisciplinaridade – mesmo em disciplinas como as ciências físico-químicas que, até pela sua própria designação, seria suposto reunirem condições favoráveis para que tal acontecesse (Martins et al., 2002) –, a transdisciplinaridade na educação em ciências é, por enquanto, uma meta que, apesar de incontornável enquanto ideal, é na prática difícil de concretizar. Dado o seu perfil transdisciplinar, algo de idêntico se passa com a ABRP, tanto em Portugal, como um pouco por toda a parte.

Na verdade, se na área da educação médica (ou, em termos mais gerais, da educação de profissionais da saúde), em que a ABRP nasceu e se consolidou, são vastas e diversificadas as referências na literatura a projetos de formação suportados neste modelo de ensino e aprendizagem ou nele influenciados, no domínio da educação em ciências esse manancial é bem mais limitado. Mesmo na área da saúde, a vasta evidência recolhida nem sempre é conclusiva, no que tem a ver com a possível vantagem pedagógica da ABRP relativamente a abordagens de recorte mais tradicional, em que a tónica é posta no ensino, em particular no ensino transmissivo (Wijnia, Loyens, & Derous, 2011). Por outro lado, sempre que a evidência tem apontado para a existência de ganhos favoráveis à ABRP, esses ganhos são sobretudo em variáveis de âmbito socioafectivo (atitudes e motivação, por exemplo), e não tanto em variáveis cognitivas e metacognitivas, nomeadamente nas que se relacionam com o conhecimento do conteúdo (Hmelo-Silver, 2004; Iglesias, 2002).

Há, além disso, que reconhecer que diversos e poderosos são os constrangimentos que é necessário enfrentar quando se opta por currículos, cursos ou abordagens didáticas apoiadas na ABRP. A rigidez de programas e a necessidade de os cumprir mediante a pressão da avaliação, em particular dos exames, as dificuldades dos diversos atores educativos em experienciarem a mudança de paradigma que a transdisciplinaridade e por isso a ABRP necessariamente implicam, a própria resistência de pais e encarregados de educação ou a escassez de materiais adaptados a essa metodologia, aí incluindo os manuais didáticos, são apenas alguns exemplos. Deliberadamente, não incluímos nessa listagem, necessariamente incompleta, o fator que sempre há de revelar-se decisivo em qualquer reforma ou mudança educativa que se queira pôr em prática, ou seja, o professor.

Apesar de centradas no aluno e de lhe concederem grande autonomia, seja em trabalho individual ou em trabalho colaborativo com os colegas, as abordagens suportadas na ABRP reservam ainda assim ao professor um papel determinante, embora diverso daquele que desempenha nos modelos tradicionais. Ainda que perdendo algum protagonismo ao atuar no novo cenário de aprendizagem, por comparação com os cenários convencionais, ao professor a ABRP atribui a importante função de facilitador e mediador da aprendizagem dos alunos.

Este modelo pedagógico procura, a esse respeito, não cair nos equívocos em que incorreu o designado movimento da aprendizagem por descoberta autónoma que teve o seu apogeu em meados do século passado. O modelo não parte, nomeadamente, do pressuposto de que o aluno descobre conhecimento, mas antes que é capaz de assimilar e aprender a aplicar conhecimento já produzido à resolução de problemas da vida real. Com isso, ficará por certo equipado, não apenas com uma base de conhecimento mais ampla e mais integradora, como desenvolvendo, também, importantes competências cognitivas, afetivas e socioemocionais que indiscutivelmente lhe virão a ser úteis para a vida em sociedade, aí incluindo o exercício de determinada profissão.

Muitos professores poderão sentir que não se encontram devidamente equipados para assumir esse novo papel, bem diferente daquele que viram os seus professores exercer e que eles próprios terão por certo vindo a desempenhar, ao longo da sua vida profissional. Pode assim criar-se notória *décalage* entre aquilo que o professor até poderia estar interessado em experimentar e aquilo que ele se sente efetivamente capaz de fazer. Esse tipo de desajustamento só poderá ser atenuado se o professor tiver quem o ajude a ser mediador da aprendizagem que agora ele próprio terá de realizar, sendo capaz de trocar de papéis, ou seja, de passar de facilitador da aprendizagem de outros a protagonista da sua própria aprendizagem. E essa ajuda pode o professor encontrá-la nos seus pares, trabalhando colaborativamente em autênticas comunidades de prática (Wenger, McDermott & William, 2002), ou então recorrer a facilitadores externos, em contextos estruturados de formação, seja ela inicial ou contínua. E aí é nossa convicção que a ABRP, até pela ênfase que concede à aprendizagem em contextos de prática autêntica, pode desempenhar um papel valioso, enquanto metodologia nuclear de suporte à formação. Começa, aliás, a haver sinais sustentados de que tal opção formativa pode ser

viável e frutífera, como é o caso dos dois exemplos que a seguir são apontados, um referente à formação inicial de professores e o outro à formação contínua. O primeiro (Iglesias, 2002) diz respeito à implementação, iniciada em 2000, na Universidade de Atacama, no Chile, de um novo currículo sustentado no modelo da ABRP, destinado à formação inicial de professores e enquadrado num grande projeto curricular subordinado ao lema “Teachers for the Twenty-First Century”; o segundo, já antes referenciado (Nordahl & Serafin, 2008), tem a ver com um estudo realizado no Canadá com professores do ensino básico, com o objetivo de examinar em que medida algumas das facetas do conhecimento pedagógico do conteúdo de ciências estão refletidas nas práticas desses professores, num contexto de aprendizagem por resolução de problemas. Com estes dois exemplos, foi nosso propósito mostrar que a ABRP vai, paulatinamente, cruzando as fronteiras do campo da didática e das práticas da educação em ciências, não obstante os constrangimentos que inescapavelmente se lhe colocam, os quais importa que não sejam negligenciados, para melhor poderem ser contornados.

Tudo isso pressupõe uma pedagogia nova, apoiada em professores cientes de que, para o cumprimento em plenitude da tarefa de que estão incumbidos, terão sempre de ter em conta que, como escreve Heidegger, ensinar pode até ser mais difícil do que aprender:

“Ensinar é (...) ainda mais difícil do que aprender. (...) porque é que ensinar é mais difícil do que aprender? Não se trata de que aquele que ensina deve possuir uma maior soma de conhecimentos e tê-los sempre disponíveis. Ensinar é mais difícil de aprender porque ensinar quer dizer “fazer aprender”. Aquele que verdadeiramente ensina não faz mesmo outra coisa senão aprender”. (Martin Heidegger, citado por Patrício e Sebastião, 2004, p.114).

4. Referências bibliográficas

- Barrows, H., & Tamblyn, R. (1980). *Problem-based learning: An approach to medical education*. Nova Iorque: Springer.
- Brandt, P. et al. (2013). A review of transdisciplinary research in sustainability science. *Ecological Economics*, 92, 1-15.
- Dewey, J. (1974). *John Dewey – On education*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Freire, P. (1975). *Pedagogia do oprimido*. Porto: Edições Afrontamento.
- Gibbons, M. et al. (1994). *The new production of knowledge: The dynamics of science and research in contemporary societies*. Londres: Sage Publications.
- Goodnough, K., & Nolan, B. (2013). Engaging elementary teachers’ pedagogical content knowledge: Adopting problem-based learning in the context of science teaching and learning. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 8(3), 197-216.
- Hmelo-Silver, C. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266.
- Hodson, D. (1998). *Teaching and learning science: Towards a personalized approach*. Buckingham: Open University Press.
- Iglesias, J. (2002). Problem-based learning in initial teacher training. *Prospects*, XXXII(3), 319-332.
- Maingain, A., Dufour, B. & Fourez, G. (2002). *Approches didactiques de l’interdisciplinarité*. Bruxelles: De Boeck & Larcier.
- Martins, A. et al. (2001). *Livro branco da Física e da Química*. Lisboa: SPF/SPQ.

- Millar, R. & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. London: King's College London.
- Mobjörk, M. (2009). *Crossing boundaries: the frame of interdisciplinarity*. Estocolmo: Centre for Housing and Urban Research Series.
- Morin, E. (1999). *La tête bien faite – Repenser la réforme, réformer la pensée*. Paris: Éditions du Seuil.
- Neto, A. J. (1998). *Resolução de problemas em física: conceitos, processos e novas abordagens*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- Nicolescu, B. (1999). *O Manifesto da Transdisciplinaridade*. São Paulo: Triom. Disponível em <http://www.ruipaz.pro.br/textos/manifesto.pdf>, 26/08/2013.
- Nordahl, R. & Serafin, S. (2008). Using problem based learning to support transdisciplinarity in an HCI education. *Design and Architecture(s) Journal*, 3(4), 94-101.
- Patrício, M. & Sebastião, L. (2004). *Conhecimento do mundo social e da vida: passos para uma pedagogia da sagesa*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Roldão, M. (1999). *Gestão curricular: fundamentos e práticas*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Toulmin, S. (1992). *Cosmopolis: The hidden agenda of modernity*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Wenger, E., McDermott, R. & William, M. S. (2002). *Cultivating communities of practice: A guide to managing knowledge*. Boston: Harvard Business School Press.
- Wijnia, L., Loyens, S., & Derous, E. (2011). Investigating effects of problem-based learning versus lecture-based learning environments on student motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 36(11), 101-113.