

Estado da arte na resolução de problemas em Educação em Ciência

C. Vasconcelos¹, B. Lopes², N. Costa³, L. Marques³ e S. Carrasquinho⁴

¹Departamento/Centro de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. E-mail: csvascon@fc.up.pt

²Departamento de Física da Universidade de Trás os Montes e Alto Douro. Centro de Investigação Didáctica e Tecnologia na Formação de Formadores da Universidade de Aveiro. E-mail: blopes@utad.pt

³Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa da Universidade de Aveiro. Centro de Investigação Didáctica e Tecnologia na Formação de Formadores da Universidade de Aveiro. E-mail: nilza@dts.ua.pt, lmarques@dte.ua.pt

⁴Escola 2,3 Secundária Padre José Agostinho Rodrigues, Alter do Chão, E-mail: susana_carrasquinho@hotmail.com

Resumo: Com a intenção de obter indicadores teóricos e práticos emergentes da investigação em Resolução de Problemas em Educação em Ciências, foi realizada uma análise de artigos nacionais e internacionais criteriosamente escolhidos. Neste contexto, o estudo apresentado incide sobre sessenta e nove artigos seleccionados de seis revistas da especialidade e publicados nos últimos quatro anos (2000-2003). Os procedimentos estatísticos realizados, nomeadamente uma análise *cluster* permitiu recolher informação capaz de possibilitar a elaboração de um enquadramento teórico integrador do Ensino por Resolução de Problemas em Educação em Ciências.

Palavras chave: Resolução de problemas, Educação em Ciências, estado da arte.

Title: State of the art of problem solving in science education

Abstract: With the intention of obtaining emergent theoretical and practical pointers on the state of the art of research in Problem Solving, a national and international article analysis was carried out. Within this context, the presented study was conducted over sixty nine articles selected from six speciality magazines published over the last four years. The statistical procedures carried out namely a cluster analysis, allowed information to be collected which was capable of making possible the elaboration of a theoretical framework to be integrated in Problem Solving in Science Education.

Keywords: Problem Solving, Science Education, state of the art.

Introdução

A necessidade actual e crescente de desenvolver nos jovens competências de pensamento, potenciadoras da capacidade de *aprender a aprender*, única forma de garantir a sua adaptação aos desafios que a sociedade de informação lhes coloca (A.A.A.S., 1989; N.R.C., 1996; Millar e

Osborne, 1998), é um imperativo que justifica a necessidade de promover, em contexto escolar, o ensino por Resolução de Problemas. A Resolução de Problemas parece ser atribuída uma função determinante como motor do acto de pensar e, com isso, da própria actividade inteligente humana (Sternberg, 1985). Aliás, a Resolução de Problemas é reconhecida por professores, alunos, manuais escolares e pelas próprias instituições, como uma área de trabalho relevante (Lopes, 2004). Optar por um ensino no qual a Resolução de Problemas ocupa um lugar de destaque, poderá ser uma necessidade inerente ao desenvolvimento de um aluno futuro cidadão, capaz de contribuir de forma reflectida para o desenvolvimento social. Para Dewey (*in* Archambault, 1974), o *método didáctico utilizado pela ciência escolar* deveria fazer um constante apelo ao *pensamento reflexivo*, convertendo acções meramente “apetitivas, cegas e compulsivas” em acções inteligentes.

A promoção de actividades de Resolução de Problemas ao implicar, por um lado o conhecimento e o pensamento, e ao mobilizar, por outro lado, o sujeito na sua dimensão global, pode ajudar a articular dimensões da Educação em Ciências que a investigação, muito por imperativos metodológicos, tem abordado de forma algo fragmentária. Não obstante, a temática da Resolução de Problemas constitui, actualmente, uma linha de investigação em Didáctica das Ciências onde têm sido produzidos inúmeros trabalhos, ao nível internacional e, mais recentemente, no nosso país. Nestes destacam-se, pelo contributo que deram ao desenvolvimento desta linha de investigação, teses de doutoramento internacionais (por exemplo, Martínez-Torregrosa, 1987; Dumas-Carré, 1987; Ramírez, 1990), assim como trabalhos realizados em Portugal (por exemplo, Lopes, 1993; Cabrita, 1998; Neto, 1998; Silva, 2004). Como referencial comum a estes trabalhos, subsistem preocupações que têm por base um quadro teórico específico e sistematizado, e que visam a compreensão de dificuldades e constrangimentos, assim como de potencialidades inerentes a uma Educação em Ciências centrada num ensino por Resolução de Problemas. Para além do exposto, e como referem Martins e Veiga (1999), a Resolução de Problemas assume um papel fundamental na construção do currículo de Ciências por permitir a construção do conhecimento conceptual, mas também por possibilitar o desenvolvimento de competências que os cidadãos têm que mobilizar quando enfrentam problemas no seu quotidiano (por exemplo, seleccionar, prever, recolher informação, planear, formular hipóteses, controlar variáveis). Os próprios documentos que servem de suporte legislativo à mudança curricular iniciada (Galvão *et al.*, 2001; DEB, 2001), quer no Ensino Básico quer no Ensino Secundário, apresentam a Resolução de Problemas como uma das principais estratégias necessárias à transformação do ensino. O Currículo Nacional do Ensino Básico, por exemplo, elege como forma de promover o desenvolvimento de competências essenciais a alcançar pelo aluno, a adopção de estratégias consentâneas com aquela perspectiva.

Apesar do exposto, a investigação actual tem demonstrado que competências para a Resolução de Problemas, não são habitualmente trabalhadas na escola. Note-se que a maioria dos professores acredita que a finalidade da educação científica é o desenvolvimento de competências para identificar e resolver problemas (Garret 1995). Apesar de professores e

autores de manuais escolares acreditarem nas vantagens da resolução de Problemas, nem os professores nem os livros de textos os aplicam (Lopes, 2004), embora ambos devessem para a criação de um contexto problemático em sala de aula, baseado em situações verdadeiras como, por exemplo, as notícias veiculadas pelos jornais e televisão (Costa, 2002).

Propor problemas e procurar os caminhos para a sua resolução é, na verdade, uma tarefa que para além de fundamental na actividade científica, não deixa de ser um processo intelectual decisivo para a aprendizagem das Ciências (Caballer Senabre, 1994). Seguindo esta perspectiva, legitimada por abundante evidência empírica, aparece com clareza a necessidade do professor promover intencionalmente o ensino por Resolução de Problemas em contexto de sala de aula, através, nomeadamente, do recurso a diferentes fontes de informação, ou mesmo da realização de projectos (Vasconcelos *et al.*, 2004). O que o professor faz na sala de aula influenciará as convicções dos alunos e desencadeará um conjunto de atitudes afectivas do aluno em relação à Ciência (Guerreiro & Sousa, 1999). Acresce a tudo isto, a necessidade de uma informação actualizada que permita a elaboração de um quadro teórico actualizado sobre Resolução de Problemas, visando o estabelecimento de referentes sustentados, que permitam articulações com outros tipos de actividades de ensino e diferentes linhas de investigação em Didáctica das Ciências.

Metodologia

Pretendendo-se fazer uma actualização do quadro teórico sobre a Resolução de Problemas em Educação em Ciências, e tendo como referência o trabalho de Taconis e colaboradores (2001), que fizeram um estudo relativo a estratégias de Resolução de Problemas em Ciência apoiando-se na análise de artigos internacionais entre 1985 e 1995, foram seleccionados artigos de seis revistas da especialidade. Como critério de selecção das revistas presidiu, em simultâneo, a relevância das revistas na Educação em Ciências e as temáticas abordadas, assim como a necessidade de obter informação actualizada tanto de revistas nacionais como internacionais. Assim, as revistas seleccionadas foram: *Revista de Educação*, *Revista Portuguesa de Educação*, *Science Education*, *International Journal of Science Education*, *Enseñanza de las Ciencias* e *Journal of Research in Science Teaching*. Como critério de selecção dos artigos com eventual informação relevante para o levantamento do estado da arte, tomou-se a opção de discriminar os seguintes pares de palavras-chave, que deveriam encontrar-se nos *abstract* dos artigos: *problem/solving*; *problem/learning*; *problem/strategies*; *problem/teaching*; *problem/classroom* e *problem/context*. Subjacente a todos estes pares de palavras-chave houve uma preocupação educacional reflectida em processos de ensino e aprendizagem das ciências desenvolvidos a partir de situações contextualizadas, susceptíveis de serem abordadas em contextos de aula, e tendo por objectivo proporcionar o enriquecimento de competências cognitivas e atitudes diversas. A existência de um par de palavras-chave nos *abstracts* dos artigos das revistas seleccionadas, entre os anos de 2000 e 2003, foi factor suficiente para seleccionar o artigo para análise.

Para permitir a existência de referências comuns capazes de contribuir para, tentativamente, encontrar uma uniformização na leitura e recolha de dados em cada artigo, elaborou-se uma grelha de análise. Este instrumento foi facilitador da recolha de dados, tanto mais que previamente foram clarificados alguns conceitos como, por exemplo, os conceitos de tarefa e de actividade.

Resultados

Tendo como suporte as opções metodológicas apresentadas, foram considerados 11 artigos na revista *Enseñanza de las Ciencias*, 27 no *International Journal of Science Education*, 13 no *Journal of Research in Science Teaching* e 18 na *Science Education*. Nas revistas nacionais seleccionadas, não foi possível encontrar artigos com os critérios estabelecidos. Contudo, a análise dos artigos permitiu recolher informação capaz de permitir a elaboração de um marco teórico integrador do Ensino por Resolução de Problemas (RP) em Educação em Ciência.

Na tabela 1 apresentam-se os principais indicadores recolhidos nos sessenta e nove artigos analisados.

A análise da tabela permite verificar que em todas as dimensões, o indicador mais frequente se refere à omissão ou à não explicação. Não obstante, na dimensão *princípios orientadores/estruturantes da abordagem RP*, o indicador "desenvolvimento de competências" apresenta a percentagem de 31,9%. Como *processos para encontrar problemas*, a "contextualização a partir de situações reais" é referida 20 vezes. Na dimensão *formas de explicitar/enunciar/formular problemas*, 17,4% das vezes é "explicitado o problema e o processo de o apropriar". Na dimensão *orientações para propor tarefas interligadas com os problemas e/o processo para encontrá-los*, o indicador "explicitam-se tarefas (ou indicações para) que especificam o trabalho que os alunos têm que realizar, mantendo o carácter problemático dos problemas de partida" é referido 20 vezes (29,0%).

Relativamente às *orientações para administrar as tarefas que resultem das actividades, de forma a manterem uma abordagem RP*, 26,1% das vezes é mencionado o indicador "explicitam-se orientações para manter o carácter problemático dos problemas de partida, na actividade dos alunos". Na dimensão *orientações para utilizar recursos*, 15,9% (11 vezes) é referido que "explicitam-se os recursos e formas de os gerir que enriquecem a execução das tarefas". Finalmente, foram referidas 13 vezes (18,8%), embora sem explicitar, quer as *orientações/instrumentos para avaliar a aprendizagem dos alunos*, quer as *orientações/instrumentos para avaliar a abordagem RP*.

Os dados obtidos na análise dos sessenta e nove artigos foram submetidos a um outro procedimento estatístico, isso é, foram organizados construindo-se uma matriz de 69 casos (artigos), por 37 variáveis (indicadores referidos na tabela 1). Em cada artigo, para todas as variáveis era indicada a respectiva presença (valor 1) ou ausência (valor 0). A matriz assim construída foi sujeita a uma análise *cluster* utilizando-se o *software Statistica*. Recorreu-se à técnica de agrupamento de dados "*ward method*",

e usou-se a "*percent disagreement*" como técnica de cálculo de distância entre casos. Esta análise permitiu determinar, através de um algoritmo matemático que associa as duas técnicas mencionadas, os agrupamentos (*clusters*) que se apresentam na figura 1.

DIMENSÕES	INDICADORES	f	%
1. princípios orientadores /estruturantes da abordagem RP	1.1 não explícita	23	33,3
	1.2 valor da educação não formal	3	4,3
	1.3 orientação CTS	12	17,4
	1.4 desenvolvimento de competências	22	31,9
	1.5 abordagem que transcende a perspectiva de papel e lápis	6	8,7
	1.6 aprofunda conhecimentos sobre a forma como se aprende	16	23,2
	1.7 aprofunda conhecimentos sob a forma como se ensina	2	2,9
	1.8 outro	7	10,1
2. processos para "encontrar" problemas	2.1 não explícita	38	55,1
	2.2 a partir da contextualização de situações reais	20	29,0
	2.3 a partir situações académicas	11	15,9
	2.4 a partir de situações evocadas, mais ou menos complexas	5	7,2
	2.5 outro	3	4,3
3. formas de explicitar /enunciar/ formular problemas	3.1 não explícita os problemas a abordar	39	56,5
	3.2 explícita problemas a abordar e os processos de os apropriar	12	17,4
	3.3 explícita problemas a abordar sem referir o processo de apropriação	10	14,5
	3.4 explícita a problemática e não explícita os problemas a abordar	2	2,9
	3.5 outra	5	7,2
4. orientações para propor actividades interligadas com os problemas e/o processo para encontrá-los	4.1 não se explicitam tarefas (ou indicações para)	39	56,5
	4.2 explicitam-se tarefas (ou indicações para) que especificam o trabalho que os alunos têm que realizar, mantendo o carácter problemático dos problemas de partida	20	29,0
	4.3 explicitam-se tarefas (ou indicações para) que estreitam o carácter problemático dos problemas de partida	1	1,4
	4.4 outra	7	10,1
5. orientações para administrar as tarefas que resultem das actividades, de forma a manter uma abordagem RP	5.1 não se explicitam orientações (ou indicações para)	44	63,8
	5.2 explicitam-se orientações para manter o carácter problemático dos problemas de partida, na actividade dos alunos	18	26,1
	5.3 explicitam-se orientações que estreitam o carácter problemático dos problemas de partida, na actividade dos alunos	3	4,3
	5.4 outra	5	7,2
6. orientações para utilizar recursos	6.1 não se explicitam os recursos utilizados	49	71,0
	6.2 explicitam-se os recursos utilizados sem mencionar a forma de administrá-los	6	8,7
	6.3 explicitam-se os recursos e formas de os gerir que enriquecem a execução das tarefas	11	15,9
	6.4 explicitam-se recursos e formas de administrá-los que empobrecem a execução das tarefas	0	0
	6.5 outra	3	4,3
7. orientações /instrumentos para avaliar a aprendizagem dos alunos	7.1 explícita	17	24,6
	7.2 refere, mas não explícita	13	18,8
	7.3 omissa	38	55,1
8. orientações/ instrumentos para avaliar a abordagem RP	8.1 explícita	9	13,0
	8.2 refere, mas não explícita	13	18,8
	8.3 omissa	46	66,7

Tabela 1.- Tabela de análise da frequência dos indicadores encontrados em oito dimensões (f= nº de referências no artigo, %= percentagem).

A estrutura arborescente apresentada na figura 1, tendo como referência uma distância entre casos de 0,5, permitiu identificar 7 *clusters* que se

encontram devidamente numerados. Os 7 agrupamentos identificados distribuem-se em dois macro-*clusters*: o primeiro formado pelos *clusters* 1 e 2; e o segundo formado pelos restantes 5 *clusters*. Como se depreende da organização apresentada, os *clusters* do primeiro macro-*cluster* apresentam semelhanças entre si, e situação similar acontece com os *clusters* do segundo macro-*cluster*.

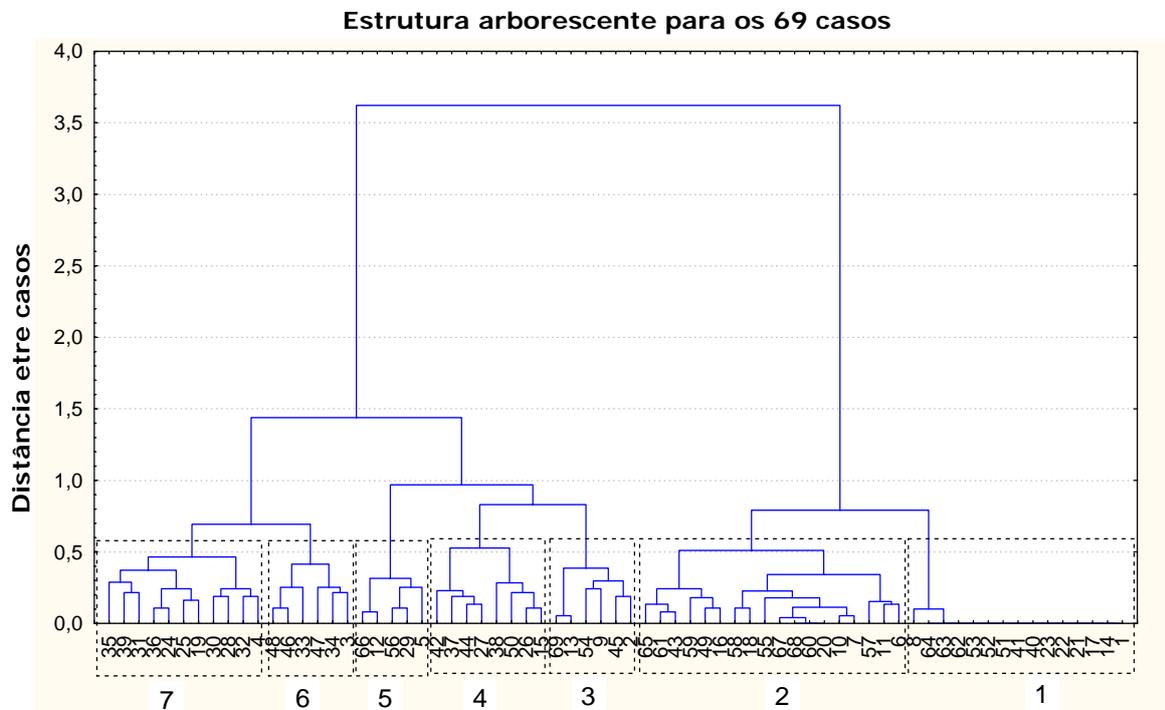


Figura 1.- Estrutura arbórescente para os 69 casos analisados e *clusters* identificados (ordenadas – distância entre casos em *percent disagreement*, abcissas – casos de 1 a 69 agrupados em 7 *clusters*).

Posteriormente, identificaram-se as variáveis que caracterizavam cada *cluster*, isto é, consideraram-se as variáveis que na matriz apresentavam o valor 1 para a maioria dos casos. A identificação das variáveis de cada *cluster* permitiu proceder à sua descrição e interpretação, que se apresenta na tabela 2.

A análise da tabela 2 (a e b) permite verificar que o *cluster* com maior percentagem de artigos incorporados (*cluster* 1) refere-se aos estudos que não mencionam problemas nem a RP. Por outro lado, o *cluster* 6 integra artigos que não se inserem no âmbito do estudo. Neste sentido, apenas 60% (*clusters* 2, 3, 4, 5 e 7) dos artigos se referem à abordagem RP. No entanto, os *clusters* 4 (12%) e 7 (10%) apresentam uma abordagem clássica da RP, contrapondo-se aos *clusters* 3 e 5 que, embora distintos, mencionam uma RP mais actualizada, nomeadamente por a associarem a orientações CTS ou ao desenvolvimento de competências.

Clusters (% de casos)	Descrição	
	Enfoque	Indicadores
<i>Cluster 1</i> (32%)	Artigos não centrados na RP.	Artigos em que o estudo relatado não refere problemas nem RP.
<i>Cluster 2</i> (20%)	Artigos não centrados na RP.	Artigos que referem problemas e RP na perspectiva de explicitar processos para formular problemas, com o objectivo de desenvolver competências e/ de aprofundar conhecimentos sobre a forma como se aprende. Entretanto, não apresentam nenhuma das características relativas nem relatam ou especificam a utilização da RP na sala de aula, quando enquadrada numa perspectiva curricular.
<i>Cluster 3</i> (12%)	Artigos centrados na RP em sala de aula. Abordagem abrangente, centrados nas aprendizagens dos alunos. Problemas a partir de contextualização de situações reais.	Explicitam-se princípios estruturantes da abordagem RP centrados em orientações CTS ou em orientações relativas ao desenvolvimento de competências dos alunos; descrevem processo de produzir problemas e explicitam os problemas abordados; explicitam as tarefas associadas aos problemas de partida dando indicações para apropriar as actividades resultantes das tarefas propostas, mantendo o carácter problemático dos mesmos e explicitando os recursos utilizados; explicitam orientações para avaliar as aprendizagens dos alunos numa abordagem RP; referem orientações para avaliar a própria abordagem curricular baseada na RP.
<i>Cluster 4</i> (12%)	Artigos centrados na RP em sala de aula. Abordagem clássica da RP. Problemas a partir de situações académicas.	Explicitam princípios estruturantes da abordagem RP, centrados no desenvolvimento de competências dos alunos e/ou num aprofundamento do conhecimento da forma como se aprende; os problemas são elaborados a partir de situações académicas ou de situações evocadas e explicitando os problemas abordados; explicitam as tarefas tal como no cluster 3; Não explicitam as orientações nem para avaliar as aprendizagens dos alunos, nem para avaliar a abordagem curricular baseada na RP.
<i>Cluster 5</i> (6%)	Artigos centrados na RP em sala de aula. Abordagem abrangente, centrados nas aprendizagens dos alunos. Problemas a partir de contextualização de situações reais.	Indicadores idênticos aos do cluster 3. Difere deste na ausência de explicitação da gestão do ensino aprendizagem em sala de aula e dos recursos utilizados.
<i>Cluster 6</i> (8%)	Não classificável	Estudos que não são classificáveis, de acordo com a nossa grelha de análise.
<i>Cluster 7</i> (10%)	Artigos centrados na avaliação das abordagens baseadas na RP. Abordagem clássica da RP. Problemas a partir de situações académicas.	Avaliação do impacto da abordagem centrada na RP e o que se ganha com as aprendizagens obtidas. Explicitam-se princípios estruturantes da abordagem RP centrados no aprofundamento do conhecimento e da forma como se aprende; não explicitam as actividades associadas aos problemas de partida, nem dão indicações para apropriar as tarefas resultantes das actividades; explicitam orientações para avaliar as aprendizagens dos alunos com a abordagem RP e para avaliar a própria abordagem curricular baseada na RP.

Tabela 2.– Caracterização dos *clusters* identificados (Legenda: RP – Resolução de Problemas).

Conclusões

Como se constatou da análise dos sessenta e nove artigos seleccionados, o ensino por Resolução de Problemas não foi tema muito tratado, nos últimos quatro últimos anos (2000-2003), nas revistas portuguesas seleccionadas. Porém, verificou-se que continua a ser uma abordagem referida em artigos científicos de revistas internacionais, embora o método utilizado para os seleccionar (pares de palavras-chave referidas nos *abstracts*) tenha demonstrado algumas falhas. Nomeadamente, referira-se que o método adoptado conduziu à selecção de artigos que, embora tendo pares de palavras-chave, não se referiam ao ensino por Resolução de Problemas. Note-se, por exemplo, que 40% dos artigos relatam estudos que não referem problemas nem a Resolução de Problemas, ou são mesmo não classificáveis de acordo com a grelha pré-estabelecida. No entanto, da caracterização dos *clusters* identificados sobressaem indicadores sobre o estado actual da investigação em Resolução de Problemas em Educação em Ciências. Nomeadamente, refira-se que a Resolução de Problemas aparece actualmente articulada com outras linhas de investigação (12% dos artigos seleccionados), por exemplo, as orientações CTS, o desenvolvimento de competências ou o ensino não formal. Por outro lado, embora de uma forma um pouco menos incisiva (48% dos artigos seleccionados) surge a preocupação em explicitar orientações para avaliar as aprendizagens dos alunos com o ensino por Resolução de Problemas, e para avaliar a própria abordagem curricular baseada na Resolução de Problemas. Contrastando com esta preocupação, surgem indicadores de um ensino por Resolução de Problemas clássico que se preocupa, fundamentalmente, em elaborar os problemas a partir de situações académicas ou de situações evocadas e explicitando os problemas. Esta abordagem do ensino por Resolução de Problemas caracteriza-se, ainda, por explicitar as tarefas associadas aos problemas de partida, dando indicações para apropriar as tarefas resultantes das actividades propostas, mantendo o carácter problemático dos mesmos e explicitando os recursos utilizados. Pelo exposto, pensamos que os indicadores propostos pela investigação educacional poderão servir como marco teórico facilitador e sustentador de desenhos de metodologias com abordagens criativas e adequadas à procura de soluções para as questões com que os alunos são confrontados no seu quotidiano ou em contexto escolar.

Por outro lado, poderão servir como indicadores do estado da arte na Resolução de Problemas em Educação em Ciências, contribuindo para a realização de trabalhos futuros na temática em análise.

Agradecimentos

O estudo teve o importante apoio do Centro de Investigação Didáctica e Tecnologia na Formação de Formadores da Universidade de Aveiro, através do financiamento do projecto P1/CIDTFF/03.

Referências bibliográficas

A.A.A.S. (1989). *Project 2061: Science for all Americans*. Washington: A.A.A.S. Publication.

Archambault, R. D. (Ed.) (1974). *John Dewey on education (Selected writings)*. Chicago: The University of Chicago Press.

Caballer Senabre, M. J. (1994). Resolución de Problemas y Aprendizaje de la Geología. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, (22 y 2.3), 393-397.

Cabrita, I. (1998). Resolução de problemas: aquisição do modelo de proporcionalidade directa apoiada num documento hipermedia. Aveiro. Universidade de Aveiro.

Costa, N. (coord.) (2002). *O Ensino e a Aprendizagem do Som: Materiais para a sala de aula*. Monografia, Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa, Universidade de Aveiro.

DEB (2001). *Currículo Nacional do Ensino Básico. Competências Essenciais*. Lisboa: Departamento de Educação Básica

Dumas- Carré, A. (1987). La Résolution de Problèmes en Physics au Lycée. Le Procedural apprentissage et évaluation. Thèse de Doctorat. Paris. Université Paris VII

Galvão, C. (coord.) et al. (2001). *Ciências Físicas e Naturais. Orientações Curriculares, 3º Ciclo*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento de Educação Básica.

Garret, R. M. (1995). Resolver Problemas en la enseñanza de las Ciencias. *Alambique*, 5, 6–15.

Guerreiro, A. y Sousa, N. (1999). Problemas geram Problemas: A Resolução de Problemas como Estratégia de Formação de Professores Reflexivos. En V. Trindade (Coord.), *Metodologias do Ensino Das Ciências, Investigação e Prática dos Professores* (pp. 11-13). Évora: Universidade de Évora.

Lopes, B. (2004). *Aprender e Ensinar Física*. Braga: Fundação Calouste Gulbenkian e Fundação para a Ciência e a Tecnologia.

Lopes, J. (1993), Formação de Professores com base num Modelo de Ensino-Aprendizagem de Física centrado na Resolução de Problemas. Um estudo com 4 Professores e Turmas do 10º ano, Tese de Mestrado em Supervisão, Universidade de Aveiro.

Martinez-Torregrosa, J. (1987). La resolución de problemas de Física como investigación: un instrumento de cambio metodológico. Tesis Doctoral: Valencia. Univesitat de Valencia.

Martins, I. y Veiga, M. L. (1999). *Uma análise do Currículo da Escolaridade Básica na perspectiva da Educação em Ciências*. Coleção Desenvolvimento Curricular na Educação Básica. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.

Millar, R. y Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. Londres: King's College London.

N. R. C. (1996). *National Science Education Standards*. Washington: National Academy Press.

Neto, A. J. (1998). *Resolução de problemas em física: conceitos, processos e novas abordagens*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.

Silva, D. (2004). Resolução de Problemas em Geologia. Um estudo envolvendo a dinâmica sedimentar entre as praias da Aguda e Granja. Dissertação de Mestrado. Porto: Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

Sternberg, R. J. (1985). *Beyond IQ*. Cambridge: Mass.: Cambridge University Press.

Taconis, R., Ferguson-Hessler, M.G.M. y Broekkamp, H. (2001). Teaching science problem solving: an overview of experimental work. *J. Res. Sci. Teach.*, 38(4), 442-468.

Vasconcelos, C.; Lopes, B.; Marques, L.; Costa, N.; Chaves, R.; Silva, D. y Cunha, A. (2004). A. Resolución de Problemas en Educación en Ciencias: Indicadores sobre el estado del arte. En *Actas del XIII Simposio sobre Enseñanza de la Geología Alicante*, (pp. 307-313). Alicant: Universidad de Alicant.

Anexo I – Artigos seleccionados

Revista de Educação – zero

Revista Portuguesa de Educação – zero

Enseñanza de las Ciencias – 11

2000,18(3),381-391; 2000,18(3),439-450; 2000,18(1),113-129;
2000,18(3),439-450; 2000,18(2),297-310; 2001,19(2),297-308,
2001,19(1),21-30; 2001,19(2),285-295; 2001, 19(1),57-66;
2002,20(3),387-400; 2002,20(1),75-86.

International Journal of Science Education – 27

2000,22(2),209-224; 2000,22(3), 239-252; 2000,22(10),1055-1067;
2001,23(5),501-515; 2001,23(6),643-660; 2001,23(9),877-901;
2001,23(2),111-149; 2001,23(10),985-1005; 2001,23(12),1201-1218;
2002,24(9),881-897; 2002,24(3),235-256; 2002,24(7), 681-699;
2002,24(8),803-821; 2002,24(4),425-439; 2002,24(12),1313-1332; 2002,
24(11)1171-1190, 2002,24(11),1217-1237; 2002,24(12),1313-1332;
2002,24(11),1171-1190; 2002,24(11),1217-1237; 2002;24(9),955-979;
2002,24(5),441-451; 2002,24(5), 453-464; 2002,24(5),521-549;
2002,24(2),157-184; 2002,24(2),185-203 ; 2002,24(2), 205-225.

Science Education – 18

2000,84(5),566-593; 2000,84(5),594-605; 2000,84(4),469-485;
2000,84(4),507-523; 2000,84(3),313-351; 2000,84(2),131-153;
2000,84(1),95-113; 2000,85(2),158-179; 2001,85(3),207-222;
2001,85(1),6-34; 2001,85(3),223-238; 2002,86(6),756-782;
2002,86(5),706-726; 2002,86(4),572-590; 2002,86(3),417-435;
2002,86(2),149-160; 2002,86(1),122-138; 2002, 86(4),463-480.

Journal of Research in Science Teaching – 13

2000,37(2),160-176; 2000,37(1),63-80; 2000, 37(8), 807-838;
2000,37(9),1019-1041; 2000,37(10), 1096-1111; 2000,37(7),676-690,
2001,38(4),442-468; 2001,38(7),768-790; 2001,38(8),878-898;
2001,38(8),941-964; 2001,38(10),1101-1114; 2001, 38(7),768-790;
2002,39(10), 928-951.