

Derbentseva, N.; Safayeni, F.; Cañas, A. J. Concept maps: experiments on dynamic thinking. *Journal of Research in Science Teaching* 44, [3], 448-465, 2007.

Goodwin, A., & Orlik, Y. The use of various schemas to assist science teaching and learning. *Journal of Science Education* 1, [1], 43-47, 2000.

Hay, D., Kinchin, I., & Lygo-Baker, S. Making learning visible: the role of concept mapping in higher education. *Studies in Higher Education* 33, [3], 295-311, 2008.

Kinchin, I. M., Lygo-Baker, S., & Hay, D. B. Universities as centres of non-learning. *Studies in Higher Education* 33, [1], 89-103, 2008.

Mayer, R.E. Rote versus meaningful learning. *Theory into Practice* 41, [4], 226-232, 2002.

Meyer, J. H. F., & Land, R. Threshold concepts and troublesome knowledge (2): Epistemological considerations and a conceptual framework for teaching and learning. *Higher Education* 49, [3], 373-388, 2005

Novak, J. D. Meaningful learning: The essential factor for conceptual change in limited or inappropriate propositional hierarchies leading to empowerment of learners. *Science Education* 86, [4], 548-571, 2002.

Novak, J.D. *Learning, creating, and using knowledge: concept maps as facilitative tools in schools and corporations*. 2nd Ed. New York: Routledge, 2010.

Novak, J. D., & Musonda, D. A 12-year longitudinal study of science concept learning. *American Educational Research Journal* 28, [1], 117-153, 1991.

Visser, J. & Visser-Valfrey, M. *Learners in a changing learning landscape: reflections from a dialogue on new roles and expectations*. New York: Springer, 2008.

Received 16-11- 2012/ Approved 29-04-2013

Ensino orientado para a aprendizagem baseada na resolução de problemas: perspectivas de professores de ciências e geografia

Problem-based learning: science and geography teachers' perspectives

LAURINDA LEITE¹, LUÍS DOURADO¹, SOFIA MORGADO¹, ANA MEIRELES², CARLA AZEVEDO², CARLOS ALVES², CÉLIA FERNANDES², ELEUTÉRIO SILVA², EMÍLIA CABRAL², ESMERALDA PINTO², JUDITE OSÓRIO², MANUELA VALE², MARGARIDA SILVA², M^a TERESA RIBEIRO²

¹ Universidade do Minho, Braga, Portugal, ² Escola Secundária Castêlo da Maia, Maia, Portugal
lleite@ie.uminho.pt

Resumo

O ensino orientado para a aprendizagem baseada na resolução de problemas (ABRP) exige uma grande alteração nos papéis desempenhados por professores e alunos. Poucos são os professores portugueses de ciências e de geografia, em exercício de funções, que possuem formação em ensino orientado para a ABRP. Para concretizarem a implementação deste tipo de ensino, os professores necessitam de formação. Este artigo apresenta a avaliação que 11 professores de ciências e de geografia, formados para implementarem o ensino orientado para a ABRP, fazem sobre experiências que realizaram com este tipo de ensino, em contexto sala de aula. Constatou-se que o ensino em causa, pelas suas características e novidade, foi exigente para professores e alunos e que os alunos considerados menos bons foram aqueles que parecem ter beneficiado mais com o tipo de ensino em análise. Na opinião dos participantes no estudo, os professores precisam de formação, mas também de acompanhamento, por pessoas mais conhecedoras deste tipo de ensino, na (s) primeira(s) tentativa(s) de implementação do mesmo para que estas sejam bem sucedidas.

Palavras-chave: educação em ciências; aprendizagem baseada na resolução de problemas; professores de ciências naturais; geografia.

Abstract

Teaching for problem-based learning (PBL) requires a big change in teachers' as well as in students' usual roles. Few Portuguese in-service science and geography teachers learned about teaching for PBL in their undergraduate teacher education programmes. Hence, in order to put PBL into practice, teachers need education and training. This paper reports on the evaluation that 11 science and geography teachers that previously attended an in-service course on PBL make of their own experience of teaching science and geography school themes through a PBL approach. Results indicate that teachers felt that his teaching approach was very demanding to them. They also suggest that, according to the teachers, low profile students were the ones that seem to have benefited most from the PBL oriented classes. Due to the requirements and the novelty of the approach undertaken, the participants in the study believe that teachers need not only education and training but also support from experts on this teaching approach when they first try to put it into practice.

Key words: science education; problem-based learning; physics & chemistry teachers; biology & geology; geography.

INTRODUÇÃO

O ensino orientado para a aprendizagem baseada na resolução de problemas (ABRP) é um tipo de ensino em que o aluno realiza novas aprendizagens

(Leite & Afonso, 2001; Lambros, 2004; Hmelo-Silver, 2004) e desenvolve competências científica (Orlik, 2002a) resolvendo problemas. Neste contexto, os problemas são encarados como tarefas que apresentam um obstáculo ao aluno, sendo que ele tem que encontrar uma forma de vencer a dificuldade que esse obstáculo lhe oferece (Orlik, 2002?), recorrendo a diversos recursos e técnicas (Azcuzy Lorenz et al, 2004) e seguindo um conjunto de etapas gerais (Leite & Afonso, 2001; Mora, 2005), realizando assim novas aprendizagens. Os problemas são, por isso, determinantes das aprendizagens a realizar, podendo surgir através do professor ou dos alunos, ou emergir de contextos problemáticos ou cenários. Esta abordagem didática exige grandes mudanças nos papéis habitualmente desempenhados por professores e alunos (Leite & Afonso, 2001; Lambros, 2004; Hmelo-Silver, 2004), uma vez que, neste tipo de ensino, o professor não ensina, como acontece no ensino tradicional (Leite & Esteves, 2012) mas antes passa a ser um orientador e facilitador do processo de aprendizagem (Leite & Afonso, 2001; Lambros, 2004; Hmelo-Silver, 2004) dos seus alunos. Estes assumem, neste tipo de ensino, um papel ativo, pois são eles os responsáveis pela construção das suas novas aprendizagens, a partir da resolução de problemas. No entanto, é importante que o professor, entre outros aspetos: estimule a curiosidade dos alunos e os motive para participarem ativamente nas tarefas que lhes são atribuídas (Leite & Esteves, 2012); garanta as condições logísticas necessárias para que os alunos possam realizar as aprendizagens pretendidas (Leite & Afonso, 2001; Lambros, 2004); faça uma gestão adequada dos problemas a resolver pelos diversos grupos de alunos, bem como da partilha em turma das aprendizagens por eles realizadas (Leite & Afonso, 2001). O sucesso deste tipo de ensino depende, portanto, do envolvimento dos alunos na resolução de problemas e da capacidade do professor para: aceitar a diminuição do seu poder e do seu controlo dos alunos e das respetivas aprendizagens relativamente aos níveis comuns em ambientes de ensino centrados no professor (Leite & Esteves, 2012); confiar na capacidade dos alunos aprenderem de forma autónoma; monitorizar o trabalho de grupo, designadamente o relacionado com a resolução dos problemas que são atribuídos a cada grupo; organizar a síntese e a avaliação final das aprendizagens realizadas.

Devido às mudanças que exige, para concretizarem a implementação deste tipo de ensino, os professores necessitam, não só de obter formação com essa finalidade, mas também de compreender as potencialidades do mesmo (Pecore, 2012). Contudo, em Portugal a ABRP só começou a ser introduzida na formação de professores no final dos anos 90, tendo dado origem ao primeiro trabalho de investigação que se conhece em 2001, da autoria de Gandra (2001). Por isso, a maior parte dos professores portugueses de ciências e de geografia, em exercício de funções, não possuem formação em ensino orientado para a ABRP.

Existe investigação sobre a eficácia, em termos de aprendizagem (Gandra, 2001; Selçuk, 2010) e em termos de motivação dos alunos (Ram, 1999) do

ensino orientado para a ABRP, sobre as opiniões de alunos acerca do mesmo (Pepper, 2009), e sobre as perspectivas de professores de ciências e de geografia acerca da viabilidade de implementação de ensino orientado para ABRP (Morgado & Leite, 2012). No entanto, não se conhecem estudos centrados na avaliação efetuada por professores portugueses de ciências e de geografia sobre experiências de aplicação deste tipo de ensino em temas das respetivas disciplinas. Assim, neste artigo analisam-se os resultados da avaliação que professores de ciências e de geografia do 3º ciclo do ensino básico, previamente formados para implementarem o ensino orientado para a ABRP, fazem de experiências de utilização deste tipo de ensino, realizadas por eles próprios, em contexto sala de aula.

METODOLOGIA

Antecedentes da recolha de dados

Este estudo surge na sequência da realização de uma ação de formação contínua de professores das áreas de ciências físicas e naturais e de geografia, com vista à implementação do ensino orientado para a ABRP, bem como da implementação, pela maioria (11) desses professores, desse tipo de ensino em temas das suas disciplinas. O facto de se trabalhar com professores das duas áreas deve-se a que a disciplina de geografia, na componente de geografia física, aborda muitos temas que são comuns às Ciências Físicas e Naturais e de parecer que, assim, se poderia tirar mais partido da interdisciplinaridade, promovendo a integração conceptual nos alunos, evitando repetições em diferentes disciplinas e economizando tempo que poderia ser usado ao serviço de um ensino centrado no aluno e de aprendizagens mais globais e integradas.

A ação de formação intitulada A Aprendizagem das ciências e da geografia baseada na resolução de problemas, acreditada pelo conselho científico-pedagógico da formação contínua para professores de ciências (ciências físico-químicas (CFQ) e ciências naturais (CN)) e de geografia (GEO), teve a duração de 25 horas e foi estruturada em seis sessões presenciais, focando os temas mencionados no Anexo 1. Durante essas sessões foram discutidas e clarificadas conceções prévias dos formandos, analisados e produzidos materiais, incluindo cenários para implementação de ensino orientado para a ABRP, disciplinar ou interdisciplinar, de temas de CFQ e/ou CN e/ou de GEO e discutidos materiais de avaliação das aprendizagens dos alunos.

Após a formação, os professores (ex-formandos) organizaram intervenções interdisciplinares, envolvendo duas disciplinas (CN, CFQ e/ou GEO), ou disciplinares (centradas numa dessas disciplinas), a serem efetuadas em sala de aula, no 3º ciclo do ensino básico (7º a 9º ano de escolaridade). No primeiro caso, cada um dos três grupos de professores de CN e de CFQ, que partilhavam uma ou mais turmas, organizou uma intervenção para essas turmas, centrada numa das seguintes temáticas: segurança, prevenção e qualidade de vida (9ºano); transformação de matéria e de energia (8ºano) e recursos naturais (8ºano). Dois outros grupos, constituídos por professores de CN e de GEO, organizaram intervenções centradas no tema catástrofes naturais e clima (7ºano). Além dessas intervenções interdisciplinares, dois professores (um de CN e outro de GEO) organizaram abordagens disciplinares do último tema, baseadas no mesmo tipo de ensino.

A preparação das intervenções a realizar em sala de aula, bem como a implementação das mesmas foi apoiada por três investigadores do projeto em que se integra este trabalho, sendo a quantidade e a natureza deste apoio dependente das solicitações dos professores.

Amostra

A amostra foi constituída por 11 professores de CN, de CFQ e de GEO que decidiram voluntariamente participar na ação de formação acima referida e que implementaram o ensino orientado para a ABRP, em contexto de sala de aula. Desses 11 professores, seis são de CN, três são de CFQ e dois são de GEO. Estes professores são professores experientes, com mais de 15 anos de serviço, e, em alguns casos, com uma pós-graduação. Como seria de esperar, atendendo às características da população docente portuguesa destas áreas disciplinares, os participantes no estudo são, na sua maioria, do sexo feminino.

Técnica e instrumentos de recolha de dados

Após a implementação, pelos professores, do ensino orientado para a ABRP, procedeu-se à recolha de dados, através de uma entrevista de grupo. A razão da opção por esta técnica, em detrimento de entrevistas individuais, reside no facto de ela permitir o confronto de opiniões *de e pelos* participantes, no contexto do estudo, acerca das suas experiências com este tipo de ensino, bem como a obtenção de dados mais completos, uma vez que, ao ouvirem um colega referir-se a um assunto que não lhes tinha ocorrido, podem também eles explicitar o que aconteceu no caso deles sobre esse mesmo assunto. A entrevista foi moderada por um dos investigadores do projeto que, sem prejuízo de outros aspetos que durante a entrevista se afigurassem relevantes, queria, à partida,

discutir os seguintes assuntos: (in)satisfação com o tipo de ensino adotado; reações dos alunos ao mesmo; dificuldades encontradas; e aprendizagens realizadas pelos alunos (Anexo 2). Da entrevista foram tomadas notas por dois outros investigadores, tendo sido dada aos professores a oportunidade de se pronunciarem sobre e/ou de alterarem dados retirados dessas notas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise da avaliação que os professores fizeram das experiências em que estiveram envolvidos, emergiram três dimensões, relacionadas com: percepções dos professores sobre as práticas de ensino orientado para a ABRP; percepções dos professores sobre a relação dos alunos com a ABRP; e percepções dos professores sobre o ensino orientado para a ABRP. Apresentaremos e analisaremos de seguida a avaliação enquadrada em cada uma dessas dimensões.

A. Percepções dos professores sobre as práticas de ensino orientado para a ABRP

Na dimensão relacionada com as percepções das práticas de ensino orientado para a ABRP, os professores foram questionados sobre se gostaram, ou não, de implementar esse tipo de ensino (pergunta 1). Todos os professores afirmaram que gostaram de o fazer, apesar de, em resposta à pergunta 2, todos eles referirem que sentiram alguma insegurança durante a implementação do mesmo. Quando se averiguou os motivos pelos quais os professores se sentiram inseguros, constatou-se que esses motivos tinham a ver com o facto de estarem a implementar, pela primeira vez, um tipo de ensino centrado nos alunos, que exige deles um comportamento muito diferente do habitual e que não lhes permite controlar, a par e passo, a ocorrência de aprendizagem. Assim, durante as aulas, os professores, por um lado, não sabiam se estavam a implementar bem este tipo de ensino em experimentação e, por outro lado, não sabiam se os alunos estavam a aprender. Contudo, os professores esforçaram-se e conseguiram vencer a tentação de voltar ao ensino habitual. Esse esforço foi especialmente relevante para uma das professoras nos momentos em que se apercebeu que os alunos perfilhavam conceções alternativas. Ela sentia vontade de tratar essas conceções com base em ensino habitual, expositivo. No entanto, viu-se obrigada a substituir essa estratégia pela colocação de questões que fizessem os alunos pensar ou que lhes permitissem tomar consciência das limitações e incoerências dos seus raciocínios. A professora afirmou que, para vencer essa tentação, se apoiou na investigadora do projeto que acompanhou as suas aulas, trocando com ela opiniões sobre a adequação das suas ações e decisões, bem como acerca das alterações a introduzir em aulas futuras. De qualquer modo, todos os professores acreditam que é necessário um período de habituação a este tipo de ensino, que lhes dê confiança nas potencialidades do mesmo, antes de poderem sentir segurança ao implementá-lo. O facto de haver vários professores na escola envolvidos na experiência, bem como o apoio explícito dos responsáveis de departamento e de escola foi uma condição que contribuiu para que os professores não desistissem e mantivessem um nível elevado de envolvimento na mesma.

Posteriormente, quando questionados sobre se sentiram, ou não, dificuldades durante a implementação do ensino orientado para a ABRP (pergunta 3), todos mencionaram que sim. As dificuldades apresentadas pelos professores estão relacionadas com a planificação e gestão dos temas em que se centrou a experiência no contexto do programa da disciplina que lecionam, com a gestão da aula e com as condições materiais disponíveis (tabela 1).

Tabela 1

Dificuldades sentidas pelos professores durante a implementação do ensino orientado para a ABRP

Dificuldades		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
Planificação	Gerir o tempo disponível para o tema	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Elaborar cenários	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
	Selecionar materiais	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gestão da aula	Distribuir o tempo pelas diferentes etapas da ABRP	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-
	Acompanhar o trabalho de grupo	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Explorar os trabalhos	x	x	-	-	-	x	x	-	-	x	x
Condições materiais		-	-	x	x	x	-	-	-	-	-	x

No caso da planificação, o tempo previamente alocado pelo departamento aos diversos temas (na planificação anual das disciplinas) foi o obstáculo mais relevante e consensual para os professores. Todos eles consideraram que o ensino orientado para a ABRP é um processo moroso, que exige mais tempo do que é habitual, e que, por isso, é difícil de conciliar com a planificação da disciplina previamente efetuada, que além de assentar em tipos de ensino mais tradicionais, respeita a sequência preconizada no currículo. Os professores sentiam dilemas que tinham a ver com a necessidade de dar tempo aos alunos para estes trabalharem, por um lado, e de gerir o tempo de modo a cumprirmos o programa, por outro. Uma das professoras referiu mesmo que a utilização deste tipo de ensino numa das unidades didáticas de 9º ano a impediu de lecionar uma parte do programa da disciplina.

Note-se que as intervenções realizadas foram relativamente pontuais, incidindo em temas de abrangência limitada, tiveram lugar na segunda metade do ano letivo, e não permitiram, por isso, aproveitar aprendizagens transversais, realizadas no âmbito de uma unidade implementada a título experimental, para outras unidades didáticas e/ou disciplinas. Por outro lado, as aprendizagens a realizar pelos alunos vão além das aprendizagens conceituais e incluem aprendizagens procedimentais, de resolução de problemas e de relacionamento interpessoal algumas das quais não são habitualmente muito trabalhadas. Ainda no domínio da planificação do ensino orientado para a ABRP, alguns professores referiram que a elaboração dos cenários, que reconhecem ser um elemento chave neste tipo de ambiente educativo, exigiu muito investimento por parte dos professores, pese embora o facto de terem tido apoio dos investigadores para os melhorarem. De notar que parece que a seleção de materiais, incluindo fontes bibliográficas, não ofereceu dificuldade aos professores, pois é um aspeto que não foi mencionado. A este respeito, saliente-se que, embora dependendo das respetivas solicitações, os professores puderam contar com a colaboração dos investigadores no que respeita à recolha de fontes bibliográficas a usar nas aulas mas a baixa idade dos alunos e as suas limitações em termos de domínio de línguas estrangeira e de competências de utilização de fontes, efetivamente, não lhes facilitaram a tarefa.

Um outro obstáculo identificado na análise das respostas dadas pelos professores, durante a entrevista, relaciona-se com a gestão das aulas em que foi implementado o tipo de ensino em causa e tem a ver com a necessidade de e a dificuldade em acompanhar o trabalho dos pequenos grupos em sala de aula. Mesmo tratando-se ('apenas') de assegurar que os alunos estavam a trabalhar e que esse trabalho era relevante para a resolução dos problemas atribuídos ao grupo, quando havia apenas um professor na sala, este tinha dificuldade em fazer o acompanhamento de todos os grupos. Para os professores, esta dificuldade decorre do elevado número de pequenos grupos e/ou do facto de os alunos não estarem habituados a trabalhar em grupo e/ou a realizar tarefas de pesquisa, de análise e de síntese, semelhantes às que lhes foram atribuídas no âmbito da experiência em causa. Ainda ao nível da aula, alguns professores referiram que tiveram dificuldades em explorar com a turma os trabalhos realizados pelos pequenos grupos de alunos e que incluíam as respostas aos problemas. Estas dificuldades, embora maiores nuns casos do que em outros, têm, segundo os professores, a ver com o facto de os alunos não estarem muito habituados a participar em sessões de discussão de trabalhos apresentados por colegas e de ter sido difícil fazê-los perceber que deviam participar na discussão. No entanto, em alguns casos, durante as sessões de apresentação, foi-se notando uma evolução da participação dos alunos na discussão, como efeito do incentivo dado aos alunos para tal.

Uma professora referiu que teve dificuldade em distribuir o tempo pelas diversas etapas do processo de ensino orientado para a ABRP, tendo sentido que gastou mais tempo do que deveria na discussão das questões formuladas a partir do cenário, faltando-lhe tempo para efetuar uma síntese final como gostaria.

A falta de condições materiais, designadamente a falta de acesso dos alunos à Internet, foi um obstáculo material que alguns professores tiveram que vencer. Contudo, esta falta não foi considerada problemática por outros professores que foram conseguindo conciliar o recurso à informação em dois suportes: digital e papel. Um dos grupos de professores, apesar de ter condições para dar aos seus alunos acesso à Internet, considerou que eles gastariam muito tempo a pesquisar e seriam tentados a utilizar indevidamente a informação aí recolhida, pelo que preferiu que a consulta fosse feita em fontes bibliográficas disponibilizadas em suporte de papel ou em suporte digital, mas, neste caso, em *offline*. Faz-se notar que algumas destas dificuldades não são apenas relevantes quando se usa este tipo de ensino e resultam, pelo menos em parte, da falta de competências que podem ser desenvolvidas em outros ambientes educativos.

B - Perceções dos professores sobre a relação dos alunos com a ABRP

Na dimensão relativa às perceções dos professores sobre a relação dos alunos com a ABRP os professores começaram por ser questionados sobre se detetaram, ou não, alterações nos hábitos de trabalho dos alunos durante a implementação do ensino orientado para a ABRP (pergunta 4). Todos eles disseram que sentiram alterações nos hábitos de trabalho dos alunos. Note-se

que os hábitos de trabalho são entendidos aqui em sentido abrangente, como incluindo formas de trabalhar e ritmos de trabalho. Os professores foram unânimes em considerar que este tipo de ensino exigiu mudanças profundas no papel dos alunos em sala de aula. Estas mudanças têm a ver com obrigar os alunos a uma participação mais ativa nas aulas e no processo de aprendizagem, participação que era monitorizada pelos professores, a fim de tentarem garantir que os alunos mantinham um bom ritmo de trabalho e que estavam a aprender. Para os professores, os alunos tiveram que despende muito mais esforço do que é habitual. Em algumas turmas, devido à adoção de abordagens interdisciplinares, os alunos tinham duas aulas seguidas para trabalharem no tema em causa (usando o ensino orientado para a ABRP), o que constituía um fator adicional de cansaço. Uma das professoras chegou mesmo a afirmar que este tipo de ensino é exigente para os alunos, provocando-lhes cansaço. Assim, talvez valha a pena ponderar o limite de tempo letivo consecutivo que é adequado para alunos deste nível etário (12 a 15 anos) quando se usa o tipo de ensino em causa nesta investigação.

Quando questionados sobre se os alunos sentiram, ou não, dificuldades durante a implementação do ensino orientado para a ABRP (pergunta 5), todos os professores afirmaram que sim. Na verdade, segundo eles, os alunos têm dificuldades em lidar com a formulação e com a resolução de questões (problemas). A maior parte deles referiu ainda que os alunos tiveram dificuldade em lidar com a apresentação aos colegas de turma dos resultados do trabalho de grupo realizado, o qual visava a resolução das questões que foram selecionadas para serem trabalhadas pelo grupo (Tabela 2).

Tabela 2

Perspetivas dos professores sobre as dificuldades dos alunos face ao ensino orientado para a ABRP

Dificuldades	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
Formulação de questões	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Resolução de questões	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Apresentação dos trabalhos	x	x	-	-	-	x	x	-	x	x	x

Note-se que, por um lado, foram solicitadas aos alunos coisas que eles encaram como fazendo parte do papel do professor e que, por outro lado lhes foram exigidas tarefas que requerem competências de diversos tipos e que eles não tinham igualmente desenvolvidas.

Todos os professores consideraram que os alunos tiveram dificuldades em formular questões a partir dos cenários. Em alguns casos essas dificuldades têm a ver com o facto de os alunos acharem estranho a tarefa de formulação de questões que lhes foi solicitada que realizassem. Essa estranheza pode, provavelmente, ser explicada com base no facto de, habitualmente, os alunos serem mais solicitados a responder a questões do que incentivados a formulá-las. Ao analisar esta dificuldade, uma das professoras sugeriu que deveria ser efetuado um trabalho prévio com os alunos com vista ao desenvolvimento de competências de formulação de questões. Também foi sentido, por todos os professores, que os alunos apresentavam dificuldade em usar as questões como ponto de partida para a aprendizagem. Em vez de seguirem as orientações gerais de trabalho dadas pelo professor e de tentarem encontrar respostas para as questões em causa, solicitavam, de imediato, uma resposta ao mesmo. Esta dificuldade pode ter a ver com as conceções de ensino e de aprendizagem perfilhadas pelos alunos, bem como os papéis que eles pensam serem específicos do professor e dos alunos. Pode também resultar de, nas aulas anteriores à experiência e nas outras disciplinas, os alunos estarem habituados a que o professor lhes apresente as ideias a aprender, antecipe as dificuldades e os erros mais comuns (referindo-os, para os mesmos serem evitados no futuro) e responda às questões e às dúvidas científicas dos alunos.

No que respeita às dificuldades de apresentação à turma dos resultados do trabalho de grupo, estas devem-se ao facto de a tarefa em causa ser uma novidade para os alunos, que requeria capacidade de seleção e organização das ideias a apresentar, à vontade para fazer a apresentação e segurança para responder às questões de professores (e, em alguns casos, investigadores) e colegas. Se os passos anteriores podiam ser devidamente preparados, o mesmo já não se passava com o último, onde era difícil para os alunos antecipar as questões que poderiam surgir. Talvez isto tenha levado a uma estratégia de 'não questiono para não ser questionado', a qual poderá estar na origem da constatação de alguns professores de que houve pouca discussão dos resultados e das apresentações. Uma consequência disto, segundo os professores, é que,

quando diferentes grupos trabalharam diferentes questões, os alunos que elaboraram o trabalho terão conseguido melhores aprendizagens concretuais do que os que apenas assistiram, com relativa passividade, às apresentações dos colegas. Contudo, um dos professores, apesar de ter considerado que o resultado do trabalho dos alunos poderia ser melhor, não sentiu que os alunos que apenas assistiram à apresentação dos colegas, tivessem ficado prejudicados na aprendizagem. Provavelmente, a explicação desta opinião reside nas características da turma em causa, que era uma turma homogênea em que todos os alunos eram empenhados (mesmo antes da experiência) e tinham um bom aproveitamento.

Os professores foram também questionados sobre as reações dos alunos face ao ensino orientado para a ABRP (pergunta 6). Seis professores mencionaram que os alunos que habitualmente têm melhores níveis de aproveitamento académico não reagiram bem a este tipo de ensino (Tabela 3), pois manifestavam ansiedade face ao que seria avaliado e não se sentiam satisfeitos com o facto de o professor não lhes explicar a matéria mas que os alunos que costumavam ter piores níveis de aproveitamento académico e que participavam menos nas aulas foram os que mais gostaram do ensino orientado para a ABRP, pois tinham autonomia para realizar as suas atividades de aprendizagem e ao seu ritmo.

Tabela 3

Perspetivas dos professores sobre as reações dos alunos face ao ensino orientado para a ABRP

Reações dos alunos	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
Positiva por parte de todos os alunos	x	-	x	-	-	x	-	x	-	-	x
Negativa pelos alunos com bom aproveitamento académico	-	x	-	x	x	-	x	-	x	x	-
Positiva pelos alunos com pior aproveitamento académico	-	x	-	x	x	-	x	-	x	x	-

Cinco professores consideraram que todos os alunos reagiram bem (Tabela 3). No entanto, três destes cinco professores limitaram-se a afirmar que não notaram reações diferenciadas dos alunos e consideraram que todos eles acolheram bem o ensino em causa. Os restantes dois professores, que tinham uma turma que consideravam ter muito bom aproveitamento e ser homogênea, afirmaram que os alunos dessa turma reagiram muito bem ao ensino orientado para a ABRP, tendo-se empenhado fortemente nas tarefas e alcançado bons resultados.

C – Perceções dos professores sobre o ensino orientado para a ABRP

No que respeita às perceções dos professores acerca do ensino orientado para a ABRP, os professores foram questionados sobre se o ensino orientado para a ABRP é adequado, ou não, para leccionar todos os temas contemplados nos programas (pergunta 7). Com exceção de P7, P9 e P10, todos eles o consideraram adequado para abordar qualquer tema programático. No entanto, um dos professores (P5) defendeu que os temas em que este tipo de ensino for aplicado, no futuro, devem ser selecionados com cuidado e de modo a evitar a sua aplicação aos temas mais importantes, para não correr o risco de prejudicar os alunos. Claro que, quando se escolhe o tipo de ensino a adotar na abordagem de um dado tema, se deve ter a preocupação de optar pelo mais adequado ao conteúdo e aos alunos em causa. O ensino orientado para a ABRP não será certamente o remédio para todos os males da educação mas talvez seja necessário experimentá-lo mais para poder avaliar melhor a necessidade daquela precaução.

Os professores foram também questionados sobre se a diversidade de tarefas que o ensino orientado para a ABRP permite que sejam realizadas, simultaneamente, na sala de aula, é benéfica, ou não, para os alunos (pergunta 8). Três professores (P7, P9 e P10) consideraram que essa diversidade não é benéfica, chegando mesmo que é prejudicial para os alunos haver diferenciação de tarefas a realizar pelos diferentes grupos de trabalho, por temerem que isso se traduza, no final, em diferentes domínios dos assuntos. É verdade que quem trabalha um dado assunto tem obrigação de ficar a dominá-lo mais profundamente do que outra pessoa que apenas assiste a uma apresentação, ainda que bem-feita. Contudo, se é verdade que há assuntos em que todos os alunos devem dominar igualmente bem todas as ideias, por serem estruturantes da disciplina, também é verdade que há assuntos em que será desejável

uma especialização em algumas ideias e em que bastará um domínio mais superficial de outras.

Os professores foram ainda questionados sobre a(s) exigência(s) do ensino orientado para a ABRP em termos de trabalho dos professores (pergunta 9). Alguns participantes no estudo consideraram que este tipo de ensino é muito exigente e se torna cansativo por requerer muita dedicação por parte dos professores, não só antes mas também durante e após a implementação do ensino apresentado para a ABRP (Tabela 4). Quatro professores não expressaram uma opinião clara sobre a exigência em causa.

Tabela 4

Perspetivas dos professores sobre a carga de trabalho associada ao ensino orientado para a ABRP

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
Ensino muito cansativo	-	x	-	x	-	-	x	x	x	x	-
Ensino muito exigente	-	x	-	x	-	x	x	x	x	x	-
Sem opinião	x	-	x	-	x	-	-	-	-	-	x

Efetivamente, e contrariamente ao que alguns alunos pensam, o facto de o ensino orientado para a ABRP ser centrado no aluno não significa que o professor não tenha que despende tempo a preparar as aulas nem que não precise de trabalhar durante as aulas. Na verdade, neste caso, ele tem que acompanhar individualmente os diversos grupos de trabalho que houver na sala de aula, não para dar respostas mas para fazer perguntas que levem os alunos a alcançar aquelas respostas. Essa tarefa é, de facto, cansativa e exigente, especialmente devido à diversidade de tarefas e de ritmos dos diferentes grupos. No entanto, os próprios professores antecipam que, numa próxima vez, será muito mais fácil implementar este tipo de ensino, pois já saberão o que lhes é pedido e como se devem comportar.

CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Os professores que foram formados e implementaram, pela primeira vez, o ensino orientado para a ABRP de temas de ciências e de geografia consideraram que foi exigente para professores e alunos mas que os alunos rotulados como menos bons são os que parecem ter beneficiado mais com as experiências em análise. Professores e investigadores concordam que, parece ser necessário, não só a formação de professores mas também o seu acompanhamento, por pessoas mais conhecedoras deste tipo de ensino, na(s) primeira(s) tentativa(s) de implementação, para que elas sejam bem conseguidas e para que os professores não desistam de a experimentar até terem um conhecimento dela que seja suficiente para decidir sobre o seu uso, ou não, fundamentadamente. O estudo desenvolvido pode contribuir positivamente para a educação em ciências e em geografia, na medida em que pode alertar, quer os formadores de professores, quer os professores destas disciplinas, para as expectáveis inseguranças e dificuldades sentidas pelos professores durante a implementação do ensino orientado para a ABRP e, assim, ajudar os formadores de professores a preparar os professores para lidarem com elas. Pode contribuir também para alertar os professores para a alternativa válida que este tipo de ensino pode constituir para os alunos que, normalmente, são considerados fracos e/ou desinteressados.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado no âmbito do projeto Educação em Ciências para a Cidadania através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (PTDC/CPE-CED/108197/2008), financiado pela FCT no âmbito do Programa Operacional Temático Fatores de Competitividade (COMPETE) do quadro Comunitário de Apoio III e participado pelo Fundo Comunitário Europeu (FEDER). Assim, para além da FCT, os autores agradecem também à Escola Secundária de Castelo da Maia pela colaboração prestada.

BIBLIOGRAFIA

Azcuy Lorenz, L. et al. Algunas consideraciones teóricas acerca de la Enseñanza Problemática. *Humanidades Médicas*, 4 [10], Enero-Abril, 2004.

Gandra, P. *O efeito da aprendizagem da Física Baseada na Resolução de Problemas: um estudo com alunos do 9º ano de escolaridade na área temática “Transportes e Segurança”*, Dissertação de Mestrado (não publicada), Universidade do Minho, 2001.

Hmelo-Silver, C. Problem-based learning: What and how do students learn?, *Educational Psychology Review*, 16, [3], 235-266, 2004.

Lambros, A. *Problem-Based Learning in middle and high school classrooms*, Thousand Oaks: Corwin Press, 2004.

Leite, L. & Afonso, A. Aprendizagem baseada na Resolução de Problemas: Características, organização e supervisão. *Boletim das Ciências*, **48**, 253-260, 2001.

Leite, L. & Esteves, E. Da integração dos alunos à diferenciação do ensino: o papel da aprendizagem baseada na resolução de problemas. In Sônia Castellar (Org.) *Conhecimentos escolares e caminhos metodológicos*, 137-152, 2012.

Mora, C. Enseñanza problemática de la física. *Revista Electrónica Sinéctica*, **27**, 24-33, 2005.

Morgado, S. & Leite, L. Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: efeitos de uma ação de formação de professores de Ciências e de Geografia. In Domínguez Castiñeiras, J. (Ed.), *Atas do Congresso XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Universidade Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, 2012, p. 511-518.

Orlik, Y. Quality of science education (V). *Journal of Science Education*, **3**[2], 62-65, 2002a.

Orlik, Y. Chemistry: active methods of teaching and learning. Mexico: Iberoamerica Publ., 2002b.

Pecore, J. Beyond Beliefs: Teachers Adapting Problem-based Learning to Preexisting Systems of Practice. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, **7**, [2], 1-27, 2012.

Pepper, C. Problem-based learning in science. *Issues in Educational Research*, **19**, [2] 128-141, 2009.

Ram, P. Problem-based learning in undergraduate education. A sophomore chemistry laboratory. *Journal of Chemical Education*, **76**[8], 1122-1126, 1999.

Selçuk, G. The effects of problem-based learning on pre-service teachers' achievement, approaches and attitudes towards learning physics. *International Journal of the Physical Sciences*, **5**, [6], 711-723, 2010.

Anexo 1. Conteúdos da ação de formação

1. Os problemas no ensino e na aprendizagem das ciências e da geografia
2. O ensino das ciências e da geografia orientado para a ABRP: teoria e prática
3. O ensino das ciências e da geografia orientado para a ABRP: desenvolvimento de materiais didáticos
4. O ensino das ciências e da geografia orientado para a ABRP: desenvolvimento de materiais para avaliação das aprendizagens neste contexto

Anexo 2. Protocolo da entrevista efetuada aos professores

As questões apresentadas no quadro a abaixo são as questões que orientaram a entrevista. Por conseguinte, foram formuladas questões adicionais, consoante as respostas que os entrevistados deram aquelas questões orientadoras.

Dimensão	Questão
Perceção das práticas de ensino orientado para a ABRP	1) Gostou de implementar o ensino orientado para a ABRP? 2) Sentiu alguma (s) insegurança durante a implementação do ensino orientado para a ABRP? Se sim, a que se deveu (eram)? 3) Sentiu alguma (s) dificuldade(s) na implementação do ensino orientado para a ABRP? Se sim, quais foram? A que se deveram?
Perceção sobre a relação dos alunos com a ABRP	4) Que mudança (s) detectou nos hábitos de trabalho dos alunos, durante a implementação do ensino orientado para a ABRP? 5) Os alunos sentiram alguma (s) dificuldade(s) com o ensino orientado para a ABRP? Se sim, qual (ais) foram? 6) Como reagiram os alunos face ao ensino orientado para a ABRP?
Perceções sobre o ensino orientado para a ABRP	7) Em sua opinião, o ensino orientado para a ABRP é adequado, ou não, para lecionar todos os temas contemplados nos programas? 8) O que pensa da diversidade de tarefas que o ensino orientado para a ABRP permite que sejam realizadas, na sala de aula, em termos de desenvolvimento dos alunos? 9) O que pensa do ensino orientado para a ABRP em termos de trabalho que exige dos professores?

Received 11-11- 2012/ Approved 29-04-2013

Aplicações da robótica no ensino de física: análise de atividades numa perspectiva praxeológica

Applications of robotics in the teaching of physics: activities analyzes in a praxiological perspective

MILTON SCHIVANI¹, GUILHERME BROCKINGTON², MAURÍCIO PIETROCOLA²

¹ Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC),

² Departamento de Metodologia do Ensino, FEUSP, Brasil, schivani@usp.br, mercer112@hotmail.com, mpietro@usp.br

Resumo

Neste trabalho, analisamos o uso da robótica como instrumento educacional em atividades de ensino de conteúdos científicos. Embora interessante para atividades que emulam situações práticas, como o uso de máquinas e equipamentos industriais, existem poucos estudos sobre o valor destes dispositivos como estratégias inovadoras de ensino. A maior parte das atividades focaliza a reprodução de tarefas específicas do campo da automação e da computação e poucas se dedicam ao desenvolvimento da aprendizagem de conteúdos científicos. Assim, utilizamos a teoria antropológica do didático como referencial para analisar duas atividades de robótica para o ensino de física, apresentando esta teoria como um útil instrumento para identificar problemas e apontar caminhos para o melhor aproveitamento do rico potencial educacional desses recursos.

Palavras-chave: robótica, ensino de física, inovação, tecnologia, praxeologia.

Abstract

This paper analyzes the use of robotics as an educational instrument for teaching of scientific content. Although interesting for activities that emulate practical situations, as in the use of industrial machinery and equipment, there are few studies about the

real value of this technology as an innovative strategy for teaching science. Most activities ultimately focus on the reproduction of specific tasks in the field of automation and computing and few are dedicated to the development of learning of scientific content. We use the anthropological theory of didactics as a benchmark for analyzing two activities for teaching physics that relies on robotics equipment, to present this theory as a useful tool to find problems and point possible ways to a better use of the rich educational potential of these resources.

Key words: robotics, teaching of physics, innovations, technology.

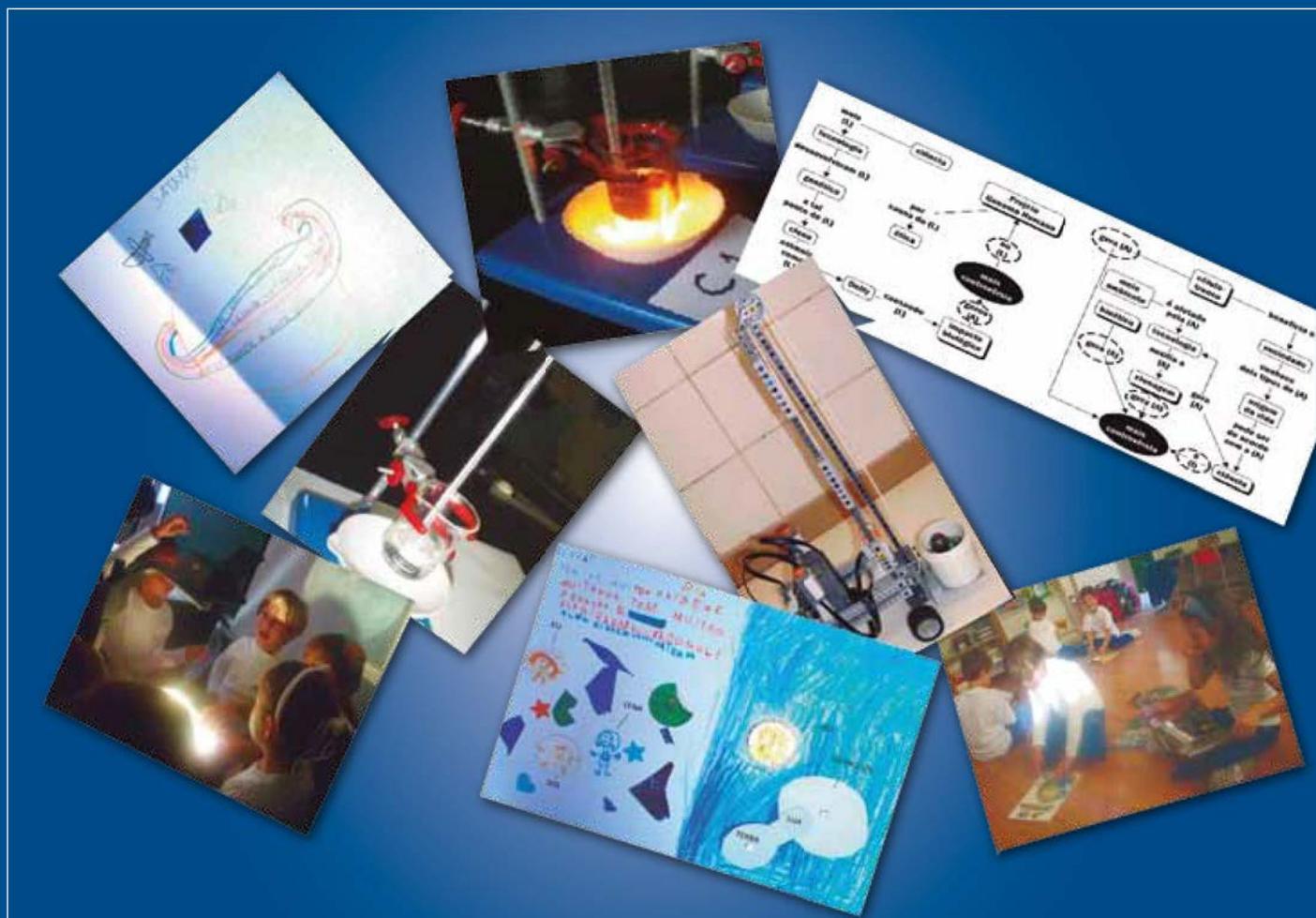
INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, com o desenvolvimento da tecnologia aliado à redução dos custos de produção, robôs “saíram” dos livros de ficção, dos laboratórios de pesquisa e das automações das fábricas e ganharam novos espaços e finalidades. Hoje, adolescentes de todo o mundo têm acesso a variados dispositivos eletroeletrônicos e módulos de processamento, criando mecanismos robóticos com diversas finalidades, desde participar de campeonatos de futebol até a condução de experimentos didáticos em engenharia (Lund & Pagliarini, 1999; Wang et al., 2004).

Journal of Science Education

REVISTA DE EDUCACIÓN EN Ciencias

Special issue, vol. 14 , 2013



Teaching science for children
5-6 years old p. 40

Science education in general secondary
school in East-Timor p. 20

Investigación • Internet • Computadores

Métodos activos • Innovaciones • Creatividad

Desarrollo de capacidades



Director of the Journal

Yuri Orlik

Editorial Board

Alan Goodwin

Education of Science

Jace Hargis

Education of Science

Luz C. Hernández

Education of Science

Charles Hollenbeck

Education of Physics

Yuri Orlik

Education of Chemistry

The Committee of the Special issue, vol. 14, 2013

Agnaldo Arroio, U. of Sao Paulo, Brasil

Antonio Cachapuz, U. of Aveiro, Portugal

Murilo Cruz Leal, U. Federal de São João Del-Rei, Brasil

Carlos Alberto dos Santos, U. Federal da Integração
Latino-Americana, Brasil

Ricardo Gauche, U. de Brasília, Brasil

Agustina R. Echeverría, U. Federal de Goiás, Brasil

Marcela E. Fejes, U. of São Paulo, Brasil,

Carmen Fernandez, U. of São Paulo, Brasil

Jose Fernandes de Lima, CNE, Brasil

Helder Eterno da Silveira, U. Federal de Uberlândia,
Brasil

Maria Elena Infante-Malachias, U. de São Paulo, Brasil

Rosária Justi, U. Federal de Minas Gerais, Brasil

Maria Elisa Maia, U. de Lisboa, Portugal

Isabel Martins, U. Federal do Rio de Janeiro, Brasil

Fátima Paixão, Polytechnic I. of Castelo Branco, Portugal

This Journal is indexed and abstracted in:

Scopus (Elsevier) www.info.scopus.com

Qualis (qualis.capes.gov.br/webqualis), Brasil

Chemical Abstracts (CA)

Educational Resources Information Center
(ERIC)

Educational Research Abstract Online
(ERA) UK,

www.tandf.co.uk/era

Contents Pages in Education, UK
Latindex, México

You can access the Journal On Line:

www.accefyn.org.co/rec

Subscribe to the Journal On Line

JOURNAL OF SCIENCE EDUCATION REVISTA DE EDUCACIÓN EN CIENCIAS

COMMITTEE OF SUPPORT

ACADÉMIA COLOMBIANA DE CIENCIAS UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO
Jaime Rodríguez Lara Maria Falk de Losada

UNIVERSIDADE FEDERAL DA INTEGRAÇÃO LATINO-AMERICANA, UNILA
Brasil

GRUPO DE INOVAÇÕES EDUCACIONAIS EM CIÊNCIAS NATURAIS
CNPq, UNILA, Brasil

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE COLOMBIA
Clemencia Bonilla Olano
Aurelio Uson

UNIVERSIDAD DE LA AMAZONÍA
Leonidas Rico Martínez
Alberto Fajardo Olivero

HIGHER COLLEGES OF TECHNOLOGY, UAE
Jace Hargis

LATVIAN UNIVERSITY OF AGRICULTURE
Juris Skujans
Baiba Briede
Anda Zeidmane

UNIVERSITY OF GLASGOW
CENTRE OF SCIENCE EDUCATION
Norman Reid

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA, Montevideo
Unidad de Enseñanza, Facultad de Ingeniería

COMMITTEE OF ADVISERS

Agustin Adúriz-Bravo, U. de Buenos Aires, Argentina

Colin Bielby, Manchester M. University, UK

Martin Bilek, University of Hradec Králové, Czech Republic

John Bradley, University of the Witwatersrand, S. Africa

Baiba Briede, Latvian University of Agriculture

Antonio Cachapuz, University of Aveiro, Portugal

Liberato Cardellini, University of Ancona, Italy

Peter Childs, University of Limerick, Ireland

Malcolm Cleal-Hill, Manchester M. University, UK

Mei-Hung Chiu, National Taiwan Normal University

Carlos Corredor, U. Simon Bolívar, Colombia

Murilo Cruz Leal, Universidade Federal de São João Del-Rei, Brasil

Hana Ctrnactova, Charles University, Czech Republic

Onno De Jong, Utrecht University, The Netherlands

Agustina Echeverría, UFG, Brasil

Salman Elyian, Arab Academy College for Education in Israel

Marcela Fejes, Universidade de São Paulo, Brasil

Carlos Furió, U. de Valencia, España

Valentín Gavidia, U. de Valencia, España

Wilson González-Espada, Morehead State University, USA

Jenaro Guisasola, U. del País Vasco, España

Muhamad Hagerat, Arab Academy College for Education in Israel

Jace Hargis, Higher Colleges of Technology, UAE

Maria Elena Infante-Malachias, Universidade de São Paulo, Brasil

Ryszard M. Janiuk, U. Marie Curie-Skłodowska, Poland

Alex Johnstone, University of Glasgow, UK

Rosária Justi, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil

Ram Lamba, University of Puerto Rico

José Lozano, Academia Colombiana de Ciencias

Iwona Maciejowska, Jagiellonian University, Poland

Iliá Mikhailov, UIS, Colombia

Marina Míguez, U. de la República, Uruguay

Mansoor Niaz, U. de Oriente, Venezuela

Tina Overton, Physical Science Center, University of Hull, UK

Stelios Piperakis, University of Thessaly, Greece

Sarantos Psicharis, Greek Pedagogical Institute, Greece

Mario Quintanilla, Pontificia Universidad Católica de Chile

Christopher Randler, University of Education, Heidelberg, Germany

Andrés Raviolo, U. Nacional de Comahue, Argentina

Charly Ryan, University of Winchester, UK

Eric Scerri, UCLA, USA

Peter Schwarz, Kassel University, Germany

Carlos Soto, U. de Antioquia, Colombia

Aarne Toldsepp, University of Tartu, Estonia

Zoltan Toth, University of Debrecen, Hungary

Nora Valeiras, U. Nacional de Córdoba, Argentina

Uri Zoller, University of Haifa, Israel

COORDINADORA EDITORIAL
Luz C. Hernández

Asesor contable
Sonia Judith Guevara

ISSN 0124-5481

La Journal of Science Education
(Revista de Educación en Ciencias) no se responsabiliza por las ideas emitidas por los autores

Los artículos de esta revista pueden ser reproducidos citando la fuente

Bien excluido de IVA

Página WEB con la Revista Virtual:

<http://www.accefyn.org.co/rec>

Address of the Journal:

e-mail: oen85@yahoo.com

Journal of Science Education,
Special issue, vol. 14, 2013

CONTENTS

Procurando a qualidade da educação científica	3
ART AND SCIENCE: IMPROVING SCIENCE TEACHERS' INTERDISCIPLINARY COMPETENCES	
Arte y ciencia: mejorando las competencias interdisciplinarias de los profesores de ciencias	
Cachapuz A. (Portugal).....	5
USO DE SIMULAÇÕES COMO UMA DINÂMICA DIFERENTE PARA QUEM APRENDE E PARA QUEM ENSINA: UM ESTUDO DE CASO	
Using simulations as a different dynamic to learners and teachers: a case study	
Fejes M., Pinheiro Sales M.G., Infante-Malachias M.E. (Brasil).....	8
AVALIAÇÃO DO CURRÍCULO PORTUGUÊS DE CIÊNCIAS FÍSICAS E NATURAIS: O QUE PENSAM OS PROFESSORES?	
Evaluation of the Portuguese Curriculum of Physics and Natural Sciences: What do teachers think?	
Torres J., Vasconcelos C. (Portugal)	12
AS REPRESENTAÇÕES MENTAIS DE PROFESSORES DE QUÍMICA EM FORMAÇÃO CONTINUADA E INICIAL: LIMITES E APROXIMAÇÕES.	
Mental representations of chemistry teachers in initial and continuing education: bounds and approximations.	
Gomes Catunda de Vasconcelos F. C., Valéria Campos dos Santos V., Arroio A. (Brasil).....	16
EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NO ENSINO SECUNDÁRIO GERAL EM TIMOR-LESTE: DA INVESTIGAÇÃO À COOPERAÇÃO	
Science education in general secondary school in East-Timor: from research to cooperation	
Martins I.P. (Portugal).....	20
MAPEAMENTO CONCEITUAL E O USO DE CONCEITO OBRIGATÓRIO PARA FAZER AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA DOS CONHECIMENTOS DOS ALUNOS	
Concept mapping and the use of compulsory concept to make diagnostic assessment of students' knowledge	
Tolentino Cicuto C.A., Miranda Correia P.R. (Brasil).....	23
ENSINO ORIENTADO PARA A APRENDIZAGEM BASEADA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS: PERSPETIVAS DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS E GEOGRAFIA	
Problem-based learning: science and geography teachers' perspectives	
Leite L., Dourado L., Morgado S., Meireles A., Azevedo C., Alves C., Fernandes C., Silva E., Cabral E., Pinto E., Osório J., Vale M., Ribeiro M.T. (Portugal)	28
APLICAÇÕES DA ROBÓTICA NO ENSINO DE FÍSICA: ANÁLISE DE ATIVIDADES NUMA PERSPECTIVA PRAXEOLÓGICA	
Applications of robotics in the teaching of physics: activities analyzes in a praxiological perspective	
Schivani M., Brockington G., Pietrocola M. (Brasil)	32
ENSINO DE QUÍMICA E SURDEZ: ANÁLISE DA PRODUÇÃO IMAGÉTICA SOBRE TRANSGÊNICOS	
Teaching of chemistry and deafness: analysis of production of visual representations about transgenic	
Canavaro Benite A., Machado Benite C. (Brasil).....	37
O ENSINO DE CIÊNCIAS PARA CRIANÇAS DE 5-6 ANOS.	
Teaching science for children 5-6 years old.	
BlasbalgM.E., Arroio A. (Brasil)	40
CONDITIONERS OF TEACHING PRACTICE: REPORTS OF A CHEMISTRY TEACHER IN BASIC PRIMARY EDUCATION IN BRAZIL	
Acondicionadores de la práctica docente: informes de una profesora de química en la educación primaria básica en Brasil	
Clemente Urata T., Eterno da Silveir H. (Brazil).....	44
UMA ABORDAGEM EXPERIMENTAL PROBLEMATIZADORA PARA O ENSINO DE COMBUSTÃO	
An experimental problematizing approach to combustion teaching	
De Barros Arsie E., Caroline Morato Fabricio C., Maciel Guimarães O. (Brasil).....	48
REFLEXÃO SOBRE A AÇÃO NA LICENCIATURA EM QUÍMICA: O ESTÁGIO SUPERVISIONADO COMO ESPAÇO FORMATIVO	
Reflection on the action: supervised preservice teachers' practice as formative space.	
Da Costa Garcez E., Carneiro Gonçalves F., Tito Alves L. Flora Barbosa Soares M., Araújo da Silva Mesquita N. (Brasil)	52
Book reviews	55
2do Foro Mundial de Desarrollo Económico Local	56

Editorial

Procurando a qualidade da educação científica

A educação em ciências – **física, química, biologia, ciências da terra e matemática** – representa não só uma importante parte da educação escolar do ensino básico ao superior, mas também uma base de grande importância para o desenvolvimento científico-tecnológico e cultural das sociedades dos países em que tem lugar. Nos países de fala portuguesa – Portugal, Brasil entre outros, na escola básica e universitária, é frequentemente referido o problema da qualidade da educação em ciências, uma situação também comum a muitos outros países. Tal problema tem variadas razões que não cabe aqui analisar em detalhe. Mas é nosso entendimento que uma leitura histórica, ainda que sumária, do desenvolvimento da educação em ciências de par com propostas de orientação e estudos concretos sobre a educação em ciências podem contribuir para a melhoria da qualidade da mesma.

No que respeita a Portugal, apresentar uma leitura histórica sobre o desenvolvimento da educação em ciências em Portugal é tarefa árdua sobretudo por não existir nenhum estudo sistemático e global sobre o mesmo. Assim sendo, e de modo mais modesto, apresentam-se algumas notas relevantes com base nas muitas leituras efetuadas sobre documentos dispersos e a experiência pessoal.

Em termos temporais, a génese da educação em ciências como área institucional emergente situa-se no final dos anos 70 do século XX. O seu início resulta da necessidade de formação de professores do ensino superior para serem responsáveis pela leccionação das disciplinas de Didáticas e Metodologias de Ensino das diversas ciências experimentais (física, química, biologia e geociências) e matemática no quadro dos recém-criados cursos de formação inicial de professores, eles mesmo surgindo como resposta institucional à massificação do ensino não superior resultante da revolução democrática do 25 de Abril de 1974.

É assim que a primeira geração dos futuros cientistas em educação em ciências, cerca de dez, foi para o Reino Unido (RU) e Estados Unidos da América (EUA) realizar os seus PhDs em centros de science education que, desde os anos 60, aí tinha sido desenvolvida. As duas áreas então mais procuradas foram a educação em física e a educação em química.

É importante assinalar que, enquanto no RU e nos EUA o desenvolvimento da educação em ciências foi catalisada por programas de desenvolvimento curricular bem conhecidos, em Portugal foi, como se assinalou, pelas necessidades da formação avançada de formadores. Uma outra diferença marcante tem a ver com o enquadramento institucional dos investigadores. Com efeito, em Portugal, os docentes/investigadores estavam (estão), em boa parte, em departamentos de Educação/Formação de Professores. Apesar do tempo ter certamente diluído os efeitos dessas diferenciações geográficas, um dos traços da organização dos centros de investigação em Portugal foi, e é, o cruzamento entre a investigação sobre as problemáticas do currículo e a formação de professores de ciências.

Esclarecidos os primórdios da educação em ciências em Portugal e seu enquadramento genérico, é possível caracterizar tentativamente a sua evolução segundo três fases naturalmente não estanques.

A primeira, designada aqui de fase EMERGENTE, cujo início coincide temporalmente com o acima referido e estende-se até início dos anos 80, com maior ou menor aprofundamento local devido a diferentes condições institucionais de desenvolvimento dos grupos de trabalho nas diferentes instituições de ensino superior

Nesta fase, a educação em ciências está focada nos cursos de formação de professores em particular na organização dos currículos de Didáticas e Metodologias de Ensino das diversas ciências. Estabelecem-se os primeiros contactos formais com as escolas da rede de ensino. A investigação é ainda incipiente, fragmentada e não autónoma, muitas das vezes por contágio dos centros estrangeiros responsáveis pela formação dos investigadores pioneiros.

A segunda fase, aqui designada de CONSOLIDAÇÃO, abarca um período maior do que a fase anterior e estende-se quase até final dos anos 90. Como o próprio nome sugere, esta fase coincide com os cursos de formação de professores já substancialmente estabilizados na sua organização e funcionamento. Estabelecem-se parcerias formais com as escolas da rede de ensino e é frequente a colaboração com professores da rede, muitos dos quais frequentam agora vários mestrados em educação em ciências entretanto criados. Desenvolvem-se programas de formação contínua de professores de qualidade e de que um bom exemplo é o programa nacional Ciência Viva sobre o ensino experimental das ciências.

A segunda geração de investigadores vai terminando os seus doutoramentos, o que quer dizer que já existem vários grupos de investigação com sustentabilidade de recursos humanos. A investigação já é assinalável e adquire características próprias e autónomas, sem prejuízo de parcerias e colaborações internacionais e diversificando os centros de investigação parceiros num quadro de crescente internacionalização. O número de eventos científicos nacionais e internacionais organizados pela comunidade já são substanciais; o mesmo acontece com a produção científica. A educação em ciências adquire estatuto autónomo como área interdisciplinar com objecto de estudo próprio e não mais como projecção intradisciplinar das ciências experimentais.

A terceira fase, onde ainda nos encontramos, aqui designada de EXPANSÃO, teve o seu início algures no final dos anos 90 e coincide com a criação e organização dos Unidades/Centros de Investigação FCT pelo então Ministério da Ciência. Este foi sem dúvida o maior salto que a pesquisa em educação em ciências, e não só, deu em Portugal. Os seus traços essenciais podem resumir-se: dignificação do estatuto político/institucional da investigação em educação em ciência; criação de estruturas de qualidade; captação de financiamento à medida das suas necessidades de desenvolvimento, em particular forte aposta na formação avançada de bolseiros de investigação, apoio de técnicos e apoio a projectos de investigação; linhas de pesquisa estabilizadas incluindo a valorização do ensino das ciências nos primeiros anos da escolaridade, em ambientes não formais e valorização da interdisciplinaridade; reforço das parcerias com escolas da rede de ensino; elevada mobilidade internacional dos investigadores; internacionalização da investigação; criação de redes com novos parceiros, nomeadamente da América Latina, em particular com o Brasil, e de que um bom exemplo é a actual rede Ibero-Americana CTS/Ensino das Ciências lançada já no século XXI a partir da Universidade de Aveiro. Embora com desvios conjunturais, tal dinamismo da comunidade ainda se mantém. É ainda nesta fase (meados dos anos 2000) que tem lugar uma ruptura importante com modelos de formação inicial de professores, de ciências e não só, por via do designado processo de Bolonha, instrumento da construção do Espaço Europeu de Ensino Superior, uma ruptura cujas consequências estão ainda por avaliar adequadamente.

Cerca de quarenta anos depois, o balanço sobre o caminho percorrido é positivo, o que não significa que não haja ainda muito a melhorar na qualidade do que se faz. Não sendo este o melhor momento para uma agenda futura de trabalho, algo se ganharia se docentes e pesquisadores pudessem: (i) melhorar o impacto da pesquisa no ensino, na formação de professores e na decisão política (ii) explorar referenciais teóricos específicos de acordo com a natureza e a finalidade da pesquisa (iii) melhorar a supervisão dos jovens professores e pesquisadores (iv) investir no estudo de casos sobre ensino/formação em ambientes formais/não formais, transversais (e não só locais),

longitudinais, replicativos e avaliados (v) dar maior atenção à agenda política reunindo para o efeito sinergias entre os vários centros. Porventura o mais importante a melhorar seja o mais *simples* ou seja, fazendo jus a Honoré de Balzac, não perder de vista que “a chave de todas as ciências é, inegavelmente, o ponto de interrogação”.

Quanto ao Brasil, pela sua vastidão e diversidade a história é mais complexa. Mas é possível identificar orientações relevantes para a educação em ciências.

De acordo com a legislação vigente, a organização do sistema de ensino tem lugar segundo duas etapas essenciais:

- Educação básica: formada pela educação infantil, ensino fundamental e ensino médio;
- Educação superior.

A aprendizagem das ciências da natureza deve contemplar formas de apropriação e construção de sistemas de pensamento mais abstratos e significativos. A aprendizagem de concepções científicas atualizadas do mundo físico e natural e o desenvolvimento de estratégias de trabalho centradas na solução de problemas é a finalidade da área servindo para aproximar o estudante do trabalho de pesquisa científica e tecnológica, como atividades institucionalizadas de produção de conhecimentos, bens e serviços. A matemática é uma linguagem de aspectos abstratos e reais e um instrumento formal de expressão e comunicação para diversas ciências. A aprendizagem das ciências da natureza, matemática e suas tecnologias permitem explicar o funcionamento do mundo bem como colocar, executar e avaliar ações de intervenção na realidade.

O Brasil já ocupa um honroso 13º lugar no Mundo como produtor do conhecimento, o que significa que poderá candidatar-se a posição semelhante na área da educação. O poder político deve tomar a decisão de colocar a escola de boa qualidade como uma prioridade. O Brasil tem uma oportunidade histórica de se tornar um país desenvolvido num horizonte de 25 anos. Se algumas providências forem tomadas rapidamente tem a possibilidade de ser o próximo país a aceder a essa categoria, mas precisa agir para que isso aconteça. Não podemos perder a oportunidade de aproveitar a confluência de algumas variáveis nos próximos anos. Ou será que vamos preferir continuar sendo o eterno país do futuro? (Caruso Ronca, 2010).

Sendo certo que há diferenças no modo como se busca o conhecimento científico e o conhecimento em arte e na literatura, ambos são no entanto fonte de alimento intelectual. Na educação científica, deve haver um grande esforço para virar do avesso o olhar da sociedade sobre a ciência, de forma a valorizá-la como as artes e a literatura na esfera dos bens de espírito. É preciso comunicar aos jovens a alegria do aprender, fazer com que se apaixonem pela descoberta dos segredos escondidos numa fórmula matemática. Essa visão pedagógica é de Paulo Freire, que sempre idealizou o processo educativo como uma fonte de alegria. Para ajudar a construir esse novo clima de aprendizagem das ciências, a escola básica deve ilustrar as principais conquistas tecnológicas, como funcionam, fazendo-se a devida conexão entre a ciência, a tecnologia e a vida. Essa orientação estimula o pensamento criativo e a descoberta. É preciso, observa esse autor, fazer prevalecer o pensador sobre o consumidor; impõe-se pois valorizar a profissão docente, com uma formação de qualidade e salários justos. O ensinar a pensar é particularmente importante nestes tempos de globalização, cujas promessas não foram ainda cumpridas (Bevilacqua, 2009).

Paulo Freire afirmava que a alegria na escola fortalece e estimula a alegria de viver. Viver plenamente a alegria na escola significa mudá-la, significa lutar para incrementar, melhorar e aprofundar a mudança. Lutar pela alegria na escola também é uma maneira de lutar pela mudança no mundo (Vieira Waldhelm, 2007).

Para muitos de nós o conhecimento tem grande valor e sabemos que o saber origina prazer. O conhecimento é a parte maior e mais significativa da cultura global. Na nova cultura académica é necessário que os alunos compreendam isso. Conhecimento - a coisa mais interessante no mundo e é o poder intelectual do indivíduo. Conhecimento é o tesouro.

Qualquer área do conhecimento - história, espanhol, português, música, e especialmente física, química, biologia, ecologia, matemática entre outras - são, de par com a arte, uma parte imprescindível da cultura humana. Por esta razão, aprender um assunto leva a que o aluno ganhe riqueza cultural e poder mental e intelectual. O especialista também deve ser um profissional armado com os métodos e ferramentas para implementar com sucesso a sua futura profissão. Os cidadãos de vários países devem ter os conhecimentos profundos da cultura humana e da cultura da pesquisa. José Saramago, o Prémio Nobel, considerava imprescindíveis os avanços científicos e defendia que, no nosso tempo, e com a tecnologia de que se dispõe, poderia vencer-se a fome, a miséria absoluta e a ignorância (<http://josesaramago.org/tag/ciencia>). O poeta Ivan Bunin (também Prémio Nobel) escreveu: “Nós pouco vemos e sabemos. Mas a felicidade é para aqueles que têm conhecimento”.

Esperamos que os trabalhos deste número da Revista de Ensino das Ciências (JSE) possam ser usados nas actividades dos docentes e pesquisadores para os benefícios do ensino das ciências nos diferentes países.

BIBLIOGRAFIA

- L. Bevilacqua. Ciência, um bem para o engrandecimento do espírito. Em *Ensino de Ciências e Desenvolvimento: o que pensam os cientistas* (Org. J. Werthein e C. da Cunha) 2.ed.- Brasília: UNESCO, Instituto Sangari, 2009. pp. 201-206.
- A. Caruso Ronca. Uma agenda para o Brasil: o Plano Nacional de Educação e a questão da Formação Inicial e Continuada de Professores. Em *A. Caruso Ronca, M. Neves Ramos (Coord) . DA CONAE AO PNE 2011 – 2020. Contribuições do Conselho Nacional de Educação Fund.* Santillana, Ed. Moderna, 2010, pp. 79-100
- M. Vieira Waldhelm. Como aprendeu ciências na educação básica quem hoje *produz ciência*?: o papel dos professores de ciências na trajetória académica e profissional de pesquisadores da área de ciências naturais. Tese do título de Doutor. 2007. http://www.maxwell.lambda.ele.puc-rio.br/11290/11290_1.PDF
- <http://josesaramago.org/tag/ciencia>

A. Cachapuz, Y. Orlik

Univ. de Aveiro/CIDTFF, Portugal; UNILA, Foz do Iguaçu, Brasil

Leite, L., Dourado, L., Morgado, S., Meireles, A., Azevedo, C., Alves, C., Fernandes, C., Silva, E., Cabral, E., Pinto, E., Osório, J., Vale, M., Silva, M., & Ribeiro, M. T. (2013). Ensino orientado para a aprendizagem baseada na resolução de problemas: perspectivas de professores de ciências e geografia. *Journal of Science Education, Special Issue*, 14(1), 28-32.