

PRODUÇÃO E VALIDAÇÃO DE ACTIVIDADES DE LABORATÓRIO PROMOTORAS DO PENSAMENTO CRÍTICO DOS ALUNOS

Celina Tenreiro-Vieira⁽¹⁾ y Rui Marques Vieira⁽²⁾

*Centro de Investigação Didáctica e Tecnologia na Formação de Formadores,
Universidade de Aveiro – Portugal. ⁽¹⁾cvieira@dte.ua.pt; ⁽²⁾rvieira@dte.ua.pt*

[Recibido en Febrero de 2006, aceptado en Abril de 2006]

RESUMO ([Inglés](#))

No quadro emergente da necessidade de dinamizar a utilização das actividades laboratoriais, o presente artigo relata um projecto de formação pela investigação, envolvendo investigadores e professores de ciências do ensino básico, no âmbito do qual foram desenvolvidas e validadas em contextos reais de sala de aula actividades de laboratório promotoras do pensamento crítico.

Palavras-chave: *Actividades laboratoriais; pensamento crítico.*

UTILIZAÇÃO DO TRABALHO LABORATORIAL PARA PROMOVER CAPACIDADES DE PENSAMENTO

É hoje amplamente reconhecido, por investigadores e educadores, que o trabalho laboratorial, enquanto actividade que implica o uso de material de laboratório para reproduzir um fenómeno ou para analisar uma parte do mundo a estudar, cuja execução pode ocorrer num laboratório ou em qualquer sala de aulas (Leite, 2001), deve ser uma componente fundamental no ensino / aprendizagem das ciências, nomeadamente na escolaridade básica. As razões apontadas para envolver os alunos na realização de trabalho laboratorial tendem a enfatuar as potencialidades deste em permitir atingir objectivos relacionados com a aprendizagem de conhecimento conceptual e procedural e a aprendizagem de metodologia científica, bem como a promoção de capacidades de pensamento, designadamente de pensamento crítico e criativo e o desenvolvimento de atitudes como, por exemplo, a abertura de espírito, a objectividade e a prontidão para suspender juízos sempre que a evidência e as razões não sejam suficientes para o sustentar (Hodson, 2000; Wellington, 2000).

Apesar de a evidência empírica relativamente às potencialidades do trabalho laboratorial em permitir atingir tais objectivos não ser conclusiva, existe algum acordo em torno da ideia de que diferentes tipos de actividades de laboratório servem propósitos diferentes. Neste quadro, para rentabilizar as potencialidades do trabalho

laboratorial, é fundamental que se tenha uma ideia clara sobre esses diferentes tipos de actividades de laboratório e os propósitos particulares que servem.

A este nível, têm sido propostas diversas classificações para o trabalho laboratorial. Assim, por exemplo, Woolnough e Allsop (1985) consideram cinco tipos de actividades que possuem potencialidades distintas. Concretamente: (1) experiências — usadas para fazer observações e compreender um fenómeno; (2) experiências ilustrativas — utilizadas para comprovar leis e exemplificar princípios; (3) exercícios — servem para desenvolver procedimentos e técnicas experimentais; (4) experiências para comprovar hipóteses — envolvem o delinear experiências para determinar a influência de um determinado factor num dado fenómeno; e (5) investigações — usadas na resolução de problemas.

Caamaño (2004) apresenta uma classificação do trabalho laboratorial em quatro tipos de actividades: (1) experiências, (2) experiências ilustrativas, (3) exercícios prático e (4) investigações. As experiências são utilizadas para obter uma familiarização perceptiva com os fenómenos. Os seus objectivos são, por um lado, a aquisição de experiências a nível sensorial sobre fenómenos do mundo físico, químico, biológico ou geológico, necessárias para a sua compreensão teórica e, por outro, a aquisição de um potencial de conhecimento implícito (não articulado conscientemente com o quadro de teorias formais) que pode ser utilizado na resolução de problemas. As experiências ilustrativas são actividades orientadas para a interpretação de um fenómeno, para ilustrar um princípio ou para mostrar a relação entre variáveis. Por sua vez, os exercícios são actividades utilizadas na aprendizagem de determinados procedimentos. Uma investigação é uma actividade orientada para a resolução de um problema mediante o delinear e o executar de experiências. A implementação, em contexto de sala de aula, de uma actividade laboratorial do tipo investigação pode realizar-se através das seguintes fases: (1) formulação do problema, (2) planificação, (3) realização experimental, (4) tratamento dos dados, (5) avaliação do resultado e (6) comunicação da investigação.

A este respeito, o último autor citado considera que o grau de abertura de uma investigação pode ser definido relativamente: (1) à forma como se formula o problema, (2) à diversidade de estratégias possíveis para a sua resolução; (3) ao nível de ajuda dada professor no contexto da planificação e execução e (4) à diversidade de soluções que admite.

Considerando que as actividades de laboratório podem ter vários níveis de estruturação, segundo as questões em que se fundamentam e as orientações que oferecem (ou não) aos alunos, Leite (2001) e Leite e Figueiroa (2004) apresentam uma tipologia de actividades de laboratório que inclui seis tipos, cada um dos quais permite alcançar diferentes objectivos. Foca-se, de seguida, cada uma dos seis tipos de actividades de laboratório.

1. Exercícios — O seu objectivo primordial é a aprendizagem de conhecimento procedural. Caracterizam-se por permitirem a aprendizagem de técnicas de laboratório e o desenvolvimento de destrezas procedimentais (por exemplo, medir, manipular), sendo a prática fundamental para um bom domínio. Tal aprendizagem requer uma descrição pormenorizada do procedimento.

2. Actividades orientadas para aquisição de sensibilidade acerca de fenómenos (familiarização com fenómenos) — O seu objectivo primordial é a aprendizagem de conhecimento conceptual: Reforço de conhecimento conceptual. Baseiam-se nos sentidos e oferecem ao aluno a oportunidade usar os diferentes órgãos dos sentidos. Não introduzem nenhum conceito novo, mas dão uma noção do conceito ou princípio em questão.
3. Actividades ilustrativas — O seu principal objectivo é a aprendizagem de conhecimento conceptual: Reforço de conhecimento conceptual. Caracterizam-se por confirmarem que o conhecimento previamente apresentado é verdadeiro. Baseiam-se na execução de um protocolo tipo "receita", estruturado de forma a conduzir a um resultado previamente conhecido pelo aluno.
4. Actividades orientadas para a determinação do que acontece. O seu principal objectivo é a aprendizagem de conhecimento conceptual: Construção de conhecimento conceptual. Conduzem à construção de novos conhecimentos com base na implementação de uma actividade pormenorizadamente descrita e um protocolo que leva os alunos à obtenção de resultados que inicialmente não conhecem.
5. Actividades do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflecte — O seu objectivo primordial é a aprendizagem de conhecimento conceptual: (Re)construção de conhecimento conceptual. Promovem a reconstrução de conhecimentos dos alunos, começando por confrontá-los com uma questão ou situação-problema que lhes permite tomar consciência das suas ideias prévias, as quais são, depois, confrontadas com os dados empíricos obtidos.
6. Investigações — Um dos objectivos principais deste tipo de actividades é a aprendizagem de conhecimento conceptual: Construção de conhecimento conceptual. Conduzem à construção de novos conhecimentos conceptuais no contexto da resolução de um problema. Os alunos são solicitados a estabelecer uma estratégia de resolução do problema, a implementá-la e a fazer a sua avaliação e, caso se justifique, a reformulá-la. Dado que este tipo de actividades laboratoriais não se apoiam num protocolo, permitem desenvolver capacidades de resolução de problemas, bem como a aprendizagem de metodologia científica, e, por conseguinte, a compreensão dos processos e da natureza da ciência.

No quadro da promoção de capacidades de pensamento, em particular de capacidades de pensamento crítico, o tipo de actividade laboratorial designado por Prevê-Observa-Explica-Reflecte (P-O-E-R) e, sobretudo, o formato investigativo são aqueles que mais se justificam. Isto, porque devido às suas próprias características, abrem oportunidades para os alunos usarem capacidades de pensamento, designadamente de pensamento crítico. O primeiro tipo (P-O-E-R), ao solicitar ao aluno um pedido fundamentado de previsão, em que aluno é compelido a pensar sobre o que acontece sob determinadas circunstâncias, requer o uso de capacidades de pensamento relacionadas com a inferência, designadamente formular hipóteses explicativas. Depois, o aluno tem oportunidade de usar capacidades de observar, avaliar

observações e comparar, confrontando o que aconteceu com o que ele previu que iria acontecer. Por fim, ao pedir ao aluno que encontre explicações para o que efectivamente acontece abre mais oportunidades para o uso de capacidades de pensamento relacionadas com a inferência, como, por exemplo, considerar alternativas.

O formato investigativo, ao colocar os alunos perante problemas ou situações-problema, não apoiadas em protocolos pré-estabelecidos, exige ao aluno o gerar de estratégias possíveis para os resolver; a explicitação dos procedimentos a usar, do tipo de dados a recolher e a forma de os registar; a execução das vias de experimentação identificadas; a interpretação dos dados recolhidos, o confronto dos dados alcançados com a situação-problema de partida, com vista à tomada de decisão sobre as respostas adequadas; e a discussão da validade das respostas (Veiga, 2000). Sendo assim, cria oportunidades para os alunos usarem capacidades de pensamento tais como: formular questões, formular hipóteses explicativas, testar essas explicações, considerar explicações alternativas e comunicar resultados.

Decorrente da própria natureza do trabalho laboratorial do tipo investigativo, torna-se evidente que este formato cria oportunidades para os alunos usarem capacidades de pensamento à medida que interagem com conhecimentos e metodologias científicas. Com efeito, alguns autores advogam que este formato deve ser enfatizado por permitir uma maior aproximação à natureza da actividade científica, por promover a construção de conhecimento (conceptual e procedural), bem como o desenvolvimento de atitudes e de capacidades de pensamento (Miguéns e Serra, 2000; Marlow e Marlow, 1996; Tinker, 1995; Veiga, 2000). Em suma, proporciona oportunidades de desenvolvimento de competências diversificadas que têm sido apontadas (National Research Council, 1996) como fundamentais para a formação de cidadãos cientificamente literados capazes de se adaptarem a um mundo em mudança e de participarem na resolução de problemas e na tomada de decisão sobre questões sociais que envolvem a ciência e a tecnologia. Daí que este formato seja um dos mais referidos no contexto de actuais propostas curriculares para o ensino das ciências.

Porém, a realidade das práticas parece continuar a ser bem diferente. Apesar de os professores, em geral, aceitarem e reconhecerem que as aulas de ciências devem integrar a realização de trabalho laboratorial, alguns estudos revelam que muitos professores tendem a não o contemplar nas suas práticas didáctico-pedagógicas (Barros, 2000; Sá, 1999; Leite, 2001; Valente, 1999; Veiga, 2000). Em todo o caso, não é tanto a quantidade de trabalho laboratorial que importa sublinhar, mas sim o tipo ou qualidade do mesmo. Efectivamente, as actividades laboratoriais realizadas nas aulas de ciências são, muitas vezes, deficientemente planeadas e exploradas e os tipos privilegiados parecem limitar-se a demonstrações ilustrativas da teoria — onde os alunos assumem o papel de meros espectadores e à execução acrítica de "receitas de cozinha" — em que os alunos trabalham como meros técnicos (Barros, 2000; Hurd, 1995; Lunetta, 1996, Miguéns e Serra, 2000). Segundo protocolos que fornecem instruções pormenorizadas sobre o que devem fazer e como o devem fazer, os alunos limitam-se a realizar uma rotina pré-programada não sendo intelectualmente envolvidos. Ora, por esta via coartam-se as possibilidades de estimular os alunos a

usarem capacidades de pensamento tais como: fazer e responder a questões; delinear experiências e formular e testar hipóteses.

Além disso, comprometem-se as possibilidades de os alunos adquirem, com compreensão, conhecimento científico e de desenvolverem uma visão sobre a natureza da ciência concordante com a perspectiva actualmente aceite. Na verdade e como salienta Hodson (2000), a fim de levar os alunos a adquirirem conhecimento e a desenvolverem uma compreensão sobre a natureza da ciência é preciso ter em consideração o que investigação recente tem revelado sobre a aquisição de conhecimentos e o desenvolvimento de conceitos, principalmente o facto de a aprendizagem ser um processo activo no qual os alunos constroem e reconstroem a sua compreensão à luz das suas experiências.

Os avanços a nível de conceptualização da aprendizagem segundo a perspectiva construtivista ou, mais recentemente, social construtivista, o reconhecimento das novas filosofias da ciência, em conjugação com o propósito de promover as capacidades de pensamento dos alunos conduzem à necessidade de centrar o trabalho experimental preferencialmente nos alunos e de considerar formatos diversos, designadamente o formato investigativo. Nesse sentido, é não só necessário um discurso a favor da dinamização do trabalho laboratorial no ensino das ciências, mas também materiais didácticos e estratégias de formação e cooperação entre docentes ligados a uma utilização mais fundamentada e racional do trabalho laboratorial. Tanto mais que, recursos com um grande poder, configuradores das práticas docentes como é o caso dos manuais não têm sido uma ajuda relevante. Com efeito, alguns estudos mostram que, além de escassas, grande parte das actividades laboratoriais integradas em manuais escolares exigem um reduzido envolvimento cognitivo por parte do aluno, predominando as actividades dos tipos: exercício, ilustrativa e orientada para a determinação do que acontece. A generalidade dos protocolos apresentados ao aluno é do tipo "receita", descrevendo as etapas e fornecendo ao aluno todos os elementos que o poderiam colocar em actividade cognitiva (Barros, 2000; Figueiroa, 2001).

DESENVOLVIMENTO DO PROJECTO

Assumindo a importância de proporcionar oportunidades de formação e apoio aos professores a fim de agirem com poder sobre as suas práticas didáctico-pedagógicas, desenvolveu-se um percurso de formação pela investigação centrado na utilização do trabalho laboratorial numa perspectiva que, em simultâneo, fomente a construção de conhecimentos científicos e o desenvolvimento de capacidades de pensamento dos alunos, designadamente de pensamento crítico. O grupo de investigação/formação envolveu dois investigadores e cinco professores de ciências do ensino básico (1º, 2º e 3º ciclos — 1º ao 9º ano de escolaridade).

Neste quadro, o processo de formação desenvolveu-se em quatro fases articuladas. A primeira fase teve como objectivo promover a troca de ideias e experiências sobre o ensino e a aprendizagem das ciências, com referência ao desenvolvimento de capacidades de pensamento no contexto do trabalho laboratorial na educação em ciências. Após a explicitação de ideias e crenças pessoais, foram analisados e

discutidos alguns documentos através dos quais se procurou fundamentar e enquadrar o desenvolvimento de capacidades de pensamento e a realização de trabalho laboratorial em ciências. Os professores foram ainda apoiados e encorajados a fazer uma análise reflexiva sobre as suas práticas relativamente ao uso do trabalho laboratorial e ao desenvolvimento de capacidades de pensamento, confrontando-as não só com as suas teorias pessoais mas também com teorias públicas expressas por educadores e investigadores em ciência.

A segunda fase foi orientada para a (re)construção de conhecimentos e fundamentos teóricos sobre o trabalho laboratorial no ensino das ciências e sobre as capacidades de pensamento mediante o conhecimento e apropriação de diferentes conceptualizações e quadros teóricos, realçando as suas implicações curriculares. Dentro desta perspectiva, nesta fase foram realizadas actividades tais como: (i) partilha e discussão de ideias e experiências sobre o que se entende por capacidades de pensamento, exemplos de capacidades de pensamento relevantes para a actividade científicas, o papel do trabalho laboratorial no ensino das ciências, particularmente no que diz respeito à aquisição de conhecimentos e ao desenvolvimento de capacidades de pensamento; (ii) leitura de documentos sobre aquelas questões; e (iii) discussão da informação veiculada pelos documentos bibliográficos analisados. Tendo em conta a partilha e discussão de ideias e informação e a fim de estabelecer uma base de comunicação entendimento comum, foi acordado o quadro teórico relativo às capacidades de pensamento a usar. Acordou-se usar, como quadro de referência, a conceptualização de pensamento crítico de Ennis (1985, 1987, 1996), por por (i) ser exaustiva, clara e comprehensiva, (ii) cobrir capacidades de pensamento crítico reconhecidas como inerentes à realização da actividade científica, (iii) se encontrar operacionalizada numa taxonomia que lista as disposições e as capacidades que, segundo o autor, estão envolvidas no pensamento crítico enquanto uma actividade prática reflexiva, cuja meta é decidir em que acreditar ou o que fazer. Nessa taxonomia, as capacidades envolvidas no pensamento crítico encontram-se agrupadas em cinco categorias principais: (1) Clarificação Elementar, (2) Suporte Básico, (3) Inferência, (4) Clarificação Elaborada e (5) Estratégias e Tácticas. A título ilustrativo, a área de Inferência envolve as capacidades de pensamento crítico: (1) fazer e avaliar deduções, (2) Fazer e avaliar induções e (3) Fazer e avaliar juízos de valor. Por sua vez, cada uma destas capacidades inclui várias capacidades. Por exemplo, "(2) Fazer e avaliar induções" envolve: (a) Generalizar, (b) Explicar e formular hipóteses e (c) Investigar que inclui o delinear investigações, incluindo o planeamento do controlo efectivo de variáveis; procurar evidências e contra-evidências; e procurar outras conclusões possíveis.

Na terceira fase do projecto foram realizadas várias sessões práticas para a construção de actividades laboratoriais promotoras do desenvolvimento de capacidades de pensamento e da aquisição de conhecimentos. Na concepção e desenvolvimento das actividades, por forma a garantir que as questões que a constituem são promotoras do pensamento crítico, porquanto apelam a capacidades de pensamento crítico, usou-se a definição de pensamento crítico de Ennis, como sugerido por Tenreiro-Vieira (1994, 2000). Tal significa que as questões ou solicitações que fazem parte integrante de cada actividade de aprendizagem emanam

do enunciado das capacidades de pensamento listadas pelo autor na sua definição operacional de pensamento crítico. No desenvolvimento das actividades laboratoriais houve a preocupação de as operacionalizar mediante a construção de um guião do aluno - que explicitava todas as tarefas a serem realizadas pelos alunos - e de um guião para o professor que incluía indicações e orientações para a actuação do professor no contexto da realização da actividade pelos alunos. Em anexo ([Anexo A](#)) encontram-se alguns exemplos ilustrativos das actividades laboratoriais desenvolvidas.

A quarta fase do projecto foi dedicada à implementação de actividades laboratoriais desenvolvidas, bem como à avaliação dessas actividades com base na recolha de dados que foi sendo efectuada, com base em observações de sala de aula, comentários dos professores e análise de documentos. A implementação das actividades laboratoriais desenvolvidas ocorreu no contexto da sala de aula de cada um dos professores da equipa. Em alguns casos, um dos investigadores da equipa esteve presente na sala de aula como observador participante.

A par da implementação das actividades laboratoriais desenvolvidas, realizaram-se sessões de discussão e reflexão tendo por base relatos escritos e orais feitos pelo professor, bem como, em alguns casos, as observações do investigador participante na implementação das diferentes actividades. Na sequência da discussão e reflexão realizada, apontaram-se e discutiram-se propostas de reformulação tendo em vista a melhoria das actividades laboratoriais.

RESULTADOS

Neste ponto dá-se conta dos resultados da implementação, em contexto de sala de aula dos professores envolvidos no percurso de formação, das actividades laboratoriais desenvolvidas. O processo de avaliação levado a cabo ao longo da implementação das actividades laboratoriais compreendeu dois níveis. Um deles prende-se com o impacte da utilização das actividades laboratoriais nos alunos tendo em conta as observações de sala de aula e a análise de documentos (guiões das actividades laboratoriais preenchidos pelos alunos). O outro consistiu nos comentários qualitativos dos professores em aspectos relacionados com o percurso formativo em que estiveram envolvidos.

Impacte nos alunos

A reacção dos alunos às primeiras actividades laboratoriais que lhes foram apresentadas foi de alguma expectativa. Alguns dos comentários feitos indicam que os alunos consideraram haver diferenças entre a actividade proposta e as habitualmente realizadas na sala de aula. A título ilustrativo mencione-se o comentário "tem coisas para fazer e bastantes questões para responder". Alguns alunos reagiram afirmando que era muito difícil e que não sabiam fazer. Consequentemente solicitaram a ajuda do professor com formulações do tipo "O que é para fazer aqui?" e "O que devemos responder?". Progressivamente foram vencendo medos e receios, evidenciando adesão à actividades laboratoriais; adesão essa visível no empenhamento e activo

envolvimento dos alunos na realização das mesmas. Um outro indicador que denota a reacção positiva dos alunos às actividades experimentais propostas prende-se com os comentários repetidamente feitos pelos alunos tais como: "Hoje também vamos fazer experiências? Eu gostava." No mesmo sentido apontam reacções por parte de pais que conversaram com alguns professores para se inteirarem do trabalho que os alunos estavam a levar a cabo, pois "em casa só falavam nas experiências que estavam a fazer nas aulas de ciências".

Uma fase inicial em que os alunos não respondiam a algumas questões e a outras respondiam de forma bastante incompleta, deu lugar a outra fase em que os alunos se envolviam e empenhavam em responder a todas as questões e pedidos formulados. Portanto, progressivamente, os alunos empenharam-se não só na realização das actividades relativas aos aspectos mais ligados a conhecimento procedural mas também aos aspectos mais directamente relacionados com conhecimento substantivo.

Os resultados obtidos, tendo por base os registo de observação, mostram que cada vez mais alunos foram usando progressivamente de forma mais eficaz as capacidades de pensamento crítico exigidas no contexto das actividades laboratoriais propostas. Por exemplo, em relação ao apelo à capacidade de "Observar e avaliar observações", constatou-se que os alunos progressivamente tenderam a ter presente alguns critérios na realização de observações de forma a terem confiança nos dados assim obtidos. Entre esses critérios encontra-se: ter registos feitos pelo observador logo após a realização da observação e usar cuidadosamente os instrumentos ou materiais.

Relativamente a capacidades de inferência, particularmente no que diz respeito ao uso da capacidade de fazer e avaliar induções, verificou-se que inicialmente os alunos tendiam a não usar esta capacidade. Na verdade, ao serem solicitados a, por exemplo, inferir hipóteses ou conclusões explicativas e a delinear investigações, a generalidade dos alunos não o fazia ou, então fazia-o de forma pouco eficaz. Na sequência dos sucessivos pedidos feitos aos alunos para usarem tais capacidades foi-se notando alguma melhoria no seu uso, sobretudo a nível do inferir hipóteses em termos de fazer previsões.

Um outro aspecto a realçar decorre das observações de sala de aula focadas nas interacções entre os alunos no contexto da realização das actividades laboratoriais propostas. Inicialmente, isto é, no contexto das primeiras actividades realizadas, os alunos tendiam a não partilhar as suas ideias e conhecimentos. Não obstante o modo de trabalho adoptado ser o trabalho de grupo, os elementos da generalidade dos grupos manifestaram relutância em ouvir e aceitar as ideias dos outros. Consequentemente, em alguns grupos os diferentes elementos que o constituíam optaram por cada um escrever a sua própria resposta e em outros casos adoptaram a estratégia de solicitar ao aluno considerado como o "melhor" que ditasse a resposta. O uso mais regular do modo de trabalho em grupo, bem como o encorajar dos alunos a considerarem seriamente o contributo de cada elemento a favor da qualidade de um produto da responsabilidade de todos contribuiu para promover nos alunos atitudes de cooperação. Tal tornou-se cada vez mais visível no contexto das actividades seguintes, na quantidade e qualidade das interacções estabelecidas. Progressivamente os alunos foram sendo capazes de ouvir e aceitar as ideias dos outros e de apresentar

e defender as suas ideias sobre o conteúdo em causa nas diferentes actividades experimentais realizadas. Tal viabilizou a negociação de significados e a construção de conhecimentos científicos.

Além disso, nas interacções com os outros, nomeadamente para partilharem o seu pensamento, foi dado a observar o progressivo uso de termos mais correctos e adequados e de frases completas. Foi também dado a observar que os alunos não se precipitavam tanto a responder, discutiam e reflectiam nas suas respostas antes de as escreverem. Constatou-se também que os alunos descreviam cada vez com mais frequência aquilo em que estavam a pensar. Observou-se ainda que os alunos solicitavam cada vez menos a ajuda do professor, denotando um aumento de independência, o que aponta no sentido de ter havido um crescimento em termos do gosto pela resolução de problemas.

Impacte nos professores

No decorrer projecto, os professores foram solicitados a explicitar a sua opinião sobre o percurso formativo, bem como sobre as reacções e as aprendizagens realizadas pelos alunos na sequência da implementação, em contexto de sala de aula, das actividades laboratoriais. Da análise da opinião das professoras ressaltam alguns aspectos que importa salientar. Assim, relativamente à formação, os professores expressaram satisfação pessoal e sentimentos de confiança no uso do trabalho laboratorial numa perspectiva de infusão de capacidades de pensamento em conhecimentos científicos. Assumem que as actividades desenvolvidas e implementadas eram de natureza diferente daquelas que habitualmente realizavam. Afirmam que o conhecimento adquirido sobre estas actividades (como as desenvolver, porquê realizá-las, como as explorar de modo a rentabilizar as suas potencialidades), bem como a partilha e reflexão conjuntas os ajudou a apropriar-se da mudança, vencendo a tendência para actuar no quadro da tradição do trabalho tipo receita e da "resposta certa". Afirmam ainda que o apoio e retroacção recebidos foram fundamentais para vencer medos, dúvidas, incertezas e para ganhar confiança e versatilidade no uso do trabalho laboratorial para fomentar a aquisição de conhecimentos e o desenvolvimento de capacidades de pensamento crítico dos alunos.

As reacções dos alunos às actividades propostas, nomeadamente o interesse e o empenho crescentes assim como os desempenhos que foram alcançando, é relatado pelos professores como um indicador da qualidade e relevância da formação. Com efeito, o receio inicial de que os alunos não eram capazes de realizar as actividades foi-se desvanecendo, dando lugar a uma maior confiança nas capacidades dos alunos.

De notar ainda a preocupação de alguns professores em relação a aspectos como a reacção dos pais, o cumprimento do programa e exigências curriculares a nível de avaliação. Apesar de considerarem que tais preocupações não foram um obstáculo à implementação de ideias que reconheciam como válidas e eficazes, assumem nem sempre ter sido fácil gerir essas preocupações.

CONCLUSÕES

O projecto de investigação / acção realizado, centrado no apoiar os professores para uma utilização fundamentada do trabalho laboratorial na educação em ciência no sentido de promover a construção de conhecimentos e o desenvolvimento de capacidades de pensamento dos alunos, configurou-se como um processo formativo conjunto e partilhado entre e com professores, de modo a interligar formação / investigação / inovação. Professores e investigadores realizaram percursos de aprendizagem e crescimento pessoal e profissional que foram sendo reinvestidos na renovação das práticas didáctico-pedagógicas.

As actuais propostas curriculares para o ensino das ciências enfatizam a utilização do trabalho laboratorial para, nomeadamente, promover a aquisição de conhecimentos e o desenvolvimento de capacidades de pensamento dos alunos. Neste quadro, as propostas desenvolvidas afiguram-se como sendo um recurso didáctico fundamental na realização de aprendizagens significativas e relevantes por parte dos alunos. Por esta via, poder-se-á não só aumentar a quantidade, mas sobretudo a qualidade do trabalho laboratorial na educação em ciências no ensino básico, e, assim, minimizar o fosso existente entre as actuais propostas para o ensino das ciências e as propostas apresentadas em materiais como os manuais escolares.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, S. G. (2000). Qué hacemos habitualmente en las actividades prácticas? Como podemos mejoralas. En M. SEQUEIRA, L. DOURADO, M. T. VILAÇA, J. L. SILVA, A. S. AFONSO y J. M. BAPTISTA (Orgs.). *Trabalho práctico e experimental na educação em ciências*. Braga: Universidade do Minho.
- CAAMAÑO, A. (2004). Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones: Una clasificación útil de los trabajos prácticos? *Alambique — Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 39, pp. 8-19.
- ENNIS, R. H. (1985). Goals for a critical thinking curriculum. In A. L. COSTA (Ed.), *Developing minds: A resource book for teaching thinking*. Washington, DC: Association for Supervision and Curriculum Development.
- ENNIS, R. H. (1987). A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities. In J. B. BARON, e R. J. STERNBERG (Eds.), *Teaching thinking skills: Theory and practice*. New York: W. H. Freeman and Company.
- ENNIS, R. H. (1996). *Critical thinking*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- FIGUEIROA, A. (2001). *Actividades laboratoriais e educação em ciências: Um estudo com manuais escolares de ciências da natureza do 5º ano de escolaridade e respectivos autores*. Tese (mestrado) — Universidade do Minho, Braga.
- HODSON, D. (2000). The place of practical work in science education. En M. SEQUEIRA, L. DOURADO, M. T. VILAÇA, J. L. SILVA, A. S. AFONSO y J. M. BAPTISTA (Orgs.), *Trabalho práctico e experimental na educação em ciências*. Braga: Universidade do Minho.
- HURD, P. D. (1995). Reinventing the science curriculum : Historical reflections and new directions. En R. W. BYBEE y J. D. MCINERNEY (Eds.), *Redesigning the science curriculum*. Colorado Springs, CO: National Science Foundation.

- LEITE, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. En *Cadernos Didácticos de Ciências, Volume 1*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário.
- LEITE, L.; FIGUEIROA, A. (2004). Las actividades de laboratorio y la explicación científica en los manuales escolares de ciencias. *Alambique — Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 39, pp. 20-30.
- LUNETTA, V. (1996). The school science laboratory: Historical perspectives and contexts for contemporary teaching. En K. TOBIN e B. J. FRASER (Eds.), *International Handbook of Science Education*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- MARLOW, M. P.; MARLOW, S. E. (1996). Research in the classroom. En J. Rhoton, e P. Bowers (Eds.), *Issues in science education*. Arlington, VA: National Science Teachers Association.
- MIGUÉNS, M.; SERRA, P. (2000). O trabalho prático na educação básica: a realidade, o desejável e o possível. En M. SEQUEIRA, L. DOURADO, M. T. VILAÇA, J. L. SILVA, A. S. AFONSO y J. M. BAPTISTA (Orgs.), *Trabalho prático e experimental na educação em ciências*. Braga: Universidade do Minho.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- SÁ, J. G.; CARVALHO, G; LIMA, N. (1999). Desenvolvimento de competências para o ensino experimental das ciências em professores do 1º ciclo. En V. M. TRINDADE (Coord.), *Metodologias do ensino das ciências - Investigação e prática dos professores*. Évora: Secção de Educação, Departamento de Pedagogia e Educação.
- TENREIRO-VIEIRA, C. (1994). *O pensamento crítico na educação científica: Proposta de uma metodologia para a elaboração de actividades curriculares*. Tese (mestrado) — Faculdade de Ciências. Universidade de Lisboa, Lisboa.
- TENREIRO-VIEIRA, C. (2000). *O pensamento crítico na educação científica*. Lisboa: Instituto Piaget.
- TINKER, R. (1995). The centrality of inquiry. En R. W. BYBEE, e J. D. MCINERNEY (Eds.), *Redesigning the science curriculum*. Colorado Springs, CO: National Science Foundation.
- VALENTE, M. O. (1999). A voz das escolas. In CNE (Ed.), *Ensino experimental e construção de saberes*. Lisboa: CNE.
- VEIGA, M. L. (2000). O trabalho prático nos programas portugueses de Ciências para a escolaridade básica. En M. SEQUEIRA, L. DOURADO, M. T. VILAÇA, J. L. SILVA, A. S. AFONSO y J. M. BAPTISTA (Orgs.), *Trabalho prático e experimental na educação em ciências*. Braga: Universidade do Minho.
- WELLINGTON, J. (2000). Re-thinking the role of practical work in science education. En M. SEQUEIRA, L. DOURADO, M. T. VILAÇA, J. L. SILVA, A. S. AFONSO y J. M. BAPTISTA (Orgs.), *Trabalho prático e experimental na educação em ciências*. Braga: Universidade do Minho.
- WOOLNOUGH, B.; ALLSOP, T. (1995). *Practical work in Science*. Cambridge: Cambridge Educational.

ANEXO A

Exemplos de Actividades Laboratoriais Promotoras do Pensamento Crítico Desenvolvidas

PARTE II

Há vários factores que afectam o tipo de sombra , tais como:

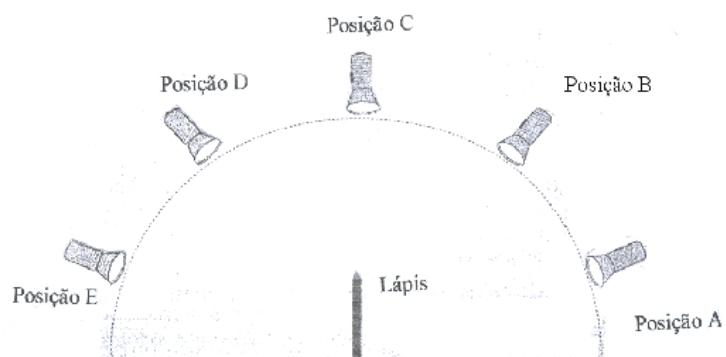
- a posição da fonte luminosa;
- tamanho da fonte luminosa;
- a distância do objecto à fonte luminosa;
- tamanho do objecto;
- posição do objecto

Questão-problema 2: Qual é a relação entre o comprimento da sombra e a posição da fonte luminosa?

Para recolher informação que permitisse saber qual a relação entre o comprimento da sombra e a posição da fonte luminosa, um grupo de amigos da escola X realizou uma experiência procedendo da seguinte maneira:

- 1- colar, na vertical, um lápis (por afiar) no tampo de uma mesa.
- 2- mantendo constante a distância do objecto (lápis) à fonte luminosa, colocar uma mesma lanterna:
 - (i) na posição A (ver esquema) e medir o comprimento da sombra;
 - (ii) na posição B (ver esquema) e medir o comprimento da sombra;
 - (iii) na posição C (ver esquema) e medir o comprimento da sombra;
 - (iv) na posição D (ver esquema) e medir o comprimento da sombra;
 - (v) na posição E (ver esquema) e medir o comprimento da sombra.

Esquema ilustrativo das diferentes posições em que foi colocada a fonte luminosa



2. Resume a descrição da experiência realizada pelo grupo de amigos da escola X, completando o quadro que se segue.

Quadro 1: Resumo da descrição da experiência

O que se vai manter constante	O que se vai mudar	O que se vai medir
<ul style="list-style-type: none"> - A altura do objecto, usando sempre o mesmo lápis - Posição do objecto, mantendo-o sempre na vertical - O tipo e a intensidade da fonte luminosa, usando sempre a mesma lanterna - A distância do objecto à fonte luminosa 	-	-

3. O quadro seguinte mostra os resultados obtidos na experiência realizada pelo grupo de amigos da escola X.

Quadro 2: Registo do comprimento da sombra para diferentes posições da fonte luminosa

Posição da fonte luminosa	Posição A	Posição B	Posição C	Posição D	Posição E
Comprimento da sombra	32 cm	16 cm	7 cm	16 cm	32 cm

Nota. Altura do lápis: 15 cm

- 3.1. Para que posição da fonte luminosa se observou o menor comprimento da sombra?

- 3.2. Para que posição da sombra se observou o maior comprimento da sombra?

- 3.3. Com base nos resultados apresentados no quadro 2, escreve a resposta a dar à questão-problema 2: Qual é a relação entre o comprimento da sombra e a posição da fonte luminosa?

SUMMARY

In the recent frame that concerns the need to enliven the use of laboratory activities, this paper describes a project of formation through research. This project involves science researchers and elementary school teacher's, and presents laboratory activities able to promote student's critical thinking, which were developed and validated in a real classroom context.

Key words: *Laboratory activities; critical thinking activities.*