

PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS PARA PROMOVER O PENSAMENTO CRÍTICO DOS ALUNOS

Celina Tenreiro-Vieira

Escola Superior de Educação Jean Piaget, Portugal

1. ENQUADRAMENTO DO ESTUDO

O pensamento crítico enquanto "uma forma de pensamento racional, reflexivo, focado naquilo em que se deve acreditar ou fazer" (Ennis, 1985, p.46), tornou-se uma área de interesse para investigadores e educadores. Um dos indicadores deste interesse crescente é a proliferação de projectos de investigação, de comunicações, de artigos científicos sobre o pensamento crítico e de programas de intervenção destinados a promover as capacidades de pensamento crítico dos alunos.

São várias as razões explicativas para a importância do pensamento crítico enquanto ideal educacional. A este propósito, Hare (1999) explicita três tipos base de justificação. Um deles corresponde a uma justificação ética, porquanto os alunos têm o direito moral de ser ensinados a pensar criticamente. Outro é uma linha de justificação intelectual. Promover o pensamento crítico dos alunos é "procurar afastá-los da mera aceitação de crenças que outros afirmam serem verdadeiras e encorajá-los a avaliarem a credibilidade daqueles que se apresentam a si mesmos como peritos" (p. 95). Como afirma Hughes (2000), se os alunos não estiverem preparados para pensarem criticamente, correm o risco de se tornarem escravos das ideias, dos valores e da ignorância dos outros.

Há ainda uma linha de argumentação mais pragmática. Esta reflecte uma tomada de consciência de que o pensamento crítico é essencial para enfrentar, com êxito, a complexidade da vida moderna científica e tecnologicamente orientada. Os pensadores crítico têm mais probabilidades de se realizarem no campo pessoal e profissional (Carnahan, 1995; Paul, 1993; Swartz e Parks, 1994). Assim sendo, os alunos devem ser preparados para usarem as suas capacidades de pensamento crítico na recolha, avaliação e uso da informação para uma eficaz resolução de problemas e tomada de decisão a nível pessoal e profissional.

O pensamento crítico é também essencial aos indivíduos na tomada de decisão enquanto cidadãos relativamente à economia, à conservação de recursos naturais e à sobrevivência de um modo de vida democrático na tomada de decisão (Halpern, 1996; Mason e Washington, 1992). Assumindo que a democracia deve ser encorajada e preservada, então cada indivíduo a reponsabilidade de tomar decisões racionais sobre questões cívicas e ajudar os outros a fazê-lo (Ennis, 1996). Preparar os alunos para tomarem decisões racionais e fazerem escolhas informadas implica promover as suas capacidades de pensamento crítico.

Além das razões apontadas para a importância do pensamento crítico enquanto meta educacional, no quadro da educação em ciência podem encontrar-se outras. Na realização da actividade científica, que requer a análise de procedimentos e resultados científicos, bem como a aplicação e integração de informação, são

necessários tanto os conhecimentos como as capacidades de pensamento crítico. Estas permitem também ajudar cada cidadão a compreender o trabalho e a actuação daqueles que exercem uma profissão científica ou técnica (Harlen, 1993).

Afirma-se ainda a necessidade de promover as capacidades de pensamento dos alunos, no contexto da educação em ciência, pois vive-se num mundo onde, cada vez mais, os cidadãos são chamados a intervir e a tomar posição sobre questões públicas, nomeadamente, sobre as implicações sociais da ciência e da tecnologia. Efectivamente, todos os estudantes de ciências serão elementos integrantes de uma sociedade e, enquanto cidadãos, tornam-se responsáveis pelos riscos e benefícios do conhecimento, dos produtos e dos sistemas científicos e tecnológicos.

Neste sentido, em diversos países, desenvolveram-se esforços por forma a integrar o pensamento crítico nos currículos dos ensinos básico, secundário e superior, como uma dimensão a contemplar. Com efeito, em vários sistemas de ensino, o desenvolvimento das capacidades de pensamento crítico dos alunos surge como uma das finalidades do ensino das ciências. Por exemplo, nos Estados Unidos da América, o movimento de reforma da educação em ciências nos anos 90 enfatiza o pensamento crítico (Barman, 1996; Hurd, 1995; Ochs, 1996). De facto, na sequência da publicação de documentos como o "Science for all Americans" (American Association for the Advancement of Science, 1989), o documento "National Science Education Standards" (NRC, 1996) ao reiterar a meta da literacia científica, dá destaque ao desenvolvimento de capacidades de pensamento, nomeadamente de pensamento crítico. Esse facto transparece nas razões aduzidas no próprio documento para o porquê dos Estados Unidos da América terem estabelecido como uma meta que todos os alunos devem atingir literacia científica. Por sua vez, a clarificação do significado com que o termo literacia científica é usado no contexto das normas também apela para o desenvolvimento de capacidades de pensamento crítico. No documento "National Education Standards" pode ler-se:

Literacia científica é o conhecimento e compreensão dos conceitos científicos e processos requeridos para decisões pessoais, para a participação em actividades cívicas e culturais e para a produtividade económica. Também inclui capacidades de pensamento. Literacia científica significa que uma pessoa tem a capacidade de explicar e prever fenómenos. Significa ser capaz de ler e compreender um artigo sobre ciência, envolver-se em diálogos públicos sobre a validade das conclusões apresentadas no artigo e expressar posições que são científica e tecnologicamente informadas. Significa ser capaz de avaliar informação com base nas fontes usadas para a gerar. Implica a capacidade de avaliar argumentos com base na evidência e, apropriadamente, aplicar conclusões a partir desses argumentos. (NRC, 1996, p. 22)

Nesta citação é possível identificar a referência tanto a disposições como a capacidades de pensamento crítico. Por exemplo, na afirmação de que uma pessoa deve expressar posições informadas, reconhece-se o apelo à disposição de pensamento crítico designada por Ennis (1987), por tentar estar bem informado. Quanto a capacidades de pensamento crítico, é feita referência clara a capacidades tais como, avaliar a credibilidade de uma fonte, analisar argumentos e inferir conclusões.

Também em Portugal, no quadro da reorganização curricular do Ensino Básico, as orientações curriculares para o ensino das ciências (Departamento de Educação Básica [DEB], 2001) salientam a ideia de que o ensino das ciências deve ser visto, em primeiro lugar, como promotor da literacia científica. Isto, porque

a crescente importância do conhecimento científico exige uma população cientificamente literada, ou seja, uma população com capacidades e compreensão suficientes para entender e seguir debates científicos e envolver-se nas questões que a tecnologia coloca, quer para eles como indivíduos quer para a sociedade como um todo. Nesta conjuntura, o ensino das ciências deve, pois, fomentar competências por parte dos alunos que lhes permitam enfrentar as mudanças e participar numa sociedade democrática onde as decisões pessoais e políticas ligadas à ciência e à tecnologia não são isentas de valores por envolverem, muitas vezes, interesses económicos e sociais (DEB, 2001). Muitas das competências a desenvolver nos alunos remetem para capacidades de pensamento crítico de que são exemplo: observar, procurar semelhanças e diferenças, formular questões e problemas, planificar e levar a cabo investigações apropriadas e fazer inferências e comunicá-las com base nos dados obtidos.

Apesar de o pensamento crítico figurar nos currículos de disciplinas de ciências como uma meta a realizar, as práticas de ensino, em geral, tendem a continuar a não contemplar as capacidades de pensamento crítico. Os docentes continuam a ensinar como foram ensinados e é bastante provável que tenham sido ensinados com uma abordagem transmissiva (Fitzsimmons e Kerpelman, 1994; Mestre, 1994; Paul, 1993; Tinker, 1995), o que tem feito com que a promoção das capacidades de pensamento crítico seja descurada (Brown, 1998; DeBoer, 2000; Tsui, 1999). Porlán, Rivero e Martín (2000) afirmam que os professores encaram o ensino como uma actividade centrada na exposição e explicação do professor, tendo os conhecimentos como eixo director.

De facto, as estratégias de ensino, as actividades de aprendizagem e os materiais curriculares, habitualmente usados pelos professores na sala de aula, estão em consonância com uma abordagem assente na transmissão de conhecimentos. Quanto às estratégias, verifica-se que as privilegiadas são as centradas no professor. O discurso na classe é, normalmente, dominado pelo professor que apresenta a informação. E, enquanto os professores falam, os alunos passivamente ouvem e tomam notas, tendo em vista a memorização de informação a ser posteriormente reproduzida ou recitada (Greeno, 1992; Halpern, 1992; Hirose, 1992; Mestre, 1994; Paul, Binker, Jensen e Kreklau, 1990).

A nível dos materiais curriculares, à semelhança do que acontece em outras áreas curriculares, o ensino das ciências tem sido, desde há longa data, dominado pelos manuais escolares (Connor, 1990; Hofwolt, 1984; Raizen, 1994; Tinker, 1995; Weiss, 1993). Ora acontece que avaliações recentes de manuais escolares disponíveis no mercado indicam que estes estão impregnados de aspectos problemáticos. Um deles reside nas actividades propostas, em relação às quais se verifica uma quase total ênfase na recordação de factos (Connor, 1990; Kennedy, 1991; Koballa 1984; Mestre, 1994; Shepardson, 1993). Isto equivale, grosso modo, a dizer que não apelam a capacidades de pensamento crítico.

A respeito das actividades realizadas na sala de aula, Bognar, Cassidy, Lewis e Manley-Casimir (1991) alertam para o facto de os professores, por norma, não proporem actividades incitativas do uso de capacidades de pensamento crítico. Com efeito, actividades como simulações, jogo de papéis, delinear investigações, manipular ideias e conhecimentos com, ou mesmo sem, o computador, pesquisar informação em fontes diversificadas e trabalhos de campo ou visitas de estudo, parecem estar ausentes da sala de aula (Bognar et al., 1991; Sutton, 1994). Apesar de vários autores considerarem que este tipo de actividades promove o pensamento crítico dos alunos, os professores continuam a não as realizar. Propõem, antes,

actividades que veiculam uma imagem dos alunos como receptores de informação a ser arquivada na memória. Com efeito, a ênfase é atribuída a actividades de leitura, copiar notas do quadro, ouvir o professor a falar ou a expor (Bognar et al., 1991; Fitzsimmons e Kerpelman, 1994; Williamson, 1991).

À luz, por um lado, dos argumentos aduzidos a favor da importância do ensino do pensamento crítico e, por outro, da desejável continuidade que deve existir entre o currículo enunciado e o currículo implementado, importa intervir na formação de professores. Impõe-se uma formação que forneça aos docentes linhas orientadoras e instrumentos de trabalho que sustentem práticas pedagógicas centradas no pensamento crítico; pois só tendo consciência que se está a desenvolver o pensamento crítico é que se pode realizá-lo (Cachapuz, Praia e Jorge, 2000).

Neste quadro, Richard Paul e seus colaboradores, com base na sua concepção de pensamento crítico, desenvolveram uma abordagem com o propósito de indicar aos professores um leque de estratégias para remodelarem os seus planos de aula. Estas estratégias incluem encorajar os alunos a explicitarem pormenorizadamente o seu pensamento, explicitar as suas assunções, identificar informação relevante e distinguir factos das inferências que podem ser delineadas a partir deles (Paul et al., 1990; Paul, Binker, Martin e Adamson, 1989).

Commeyras (1990) apresenta uma abordagem para promover o pensamento crítico no contexto de actividades de leitura, no âmbito das quais os alunos lêem uma história e, em seguida, de forma autónoma e independente, escrevem um documento expondo evidencia que suporta duas posições diferentes que podem ser discutidas. Por fim, discutem a história. Esta abordagem, baseada na concepção de pensamento crítico de Ennis, centra-se no apelo a capacidades de argumentação.

Mirman e Tishman (1988) propõem uma abordagem designada por "Connections" que assenta no uso de um conjunto de estratégias de pensamento. De acordo com os autores, uma estratégia é um processo de três a cinco passos que guia o aluno no atingir de metas fundamentais no exercício do pensamento crítico, tais como: tomada de decisão, resolução de problemas e comunicar e compreender. A título ilustrativo a estratégia de tomada de decisão envolve três passos: (1) identificar opções criativas, (2) listar razões a favor e contra as opções mais promissoras e (3) fazer uma escolha cuidada.

Assumindo que devem ser identificadas capacidades de pensamento específicas, Costa e Lowery (1989) apresentam uma estratégia de planificação de aulas como uma maneira de ajudar os professores a promoverem capacidades de pensamento crítico durante o processo de ensino. Esta estratégia envolve quatro passos: (1) "input" — durante esta fase, o professor chama a atenção dos alunos para as capacidades de pensamento que serão o foco da aula; (2) processo — durante esta fase, os alunos tomam consciência e discutem os aspectos metacognitivos da capacidade de pensamento em foco; (3) "output" — os alunos devem usar a capacidade de pensamento em foco em novos contextos e (4) recordar.

Uma outra abordagem de sala de aula envolve o estabelecer linhas orientadoras para construir materiais curriculares e/ou actividades de aprendizagem que exigem, aos alunos, o uso de capacidades de pensamento crítico ao lidarem com informação científica. Dentro desta perspectiva, Tenreiro-Vieira (1994) e Vieira (1995), com base nos resultados de estudos de investigação por si realizados, propõem uma metodologia baseada na definição de pensamento crítico de Ennis para conceber e desenvolver actividades de

ciências promotoras de capacidades de pensamento crítico. Explicitando, a referida metodologia envolve duas fases basilares. Primeira, usar a taxonomia de Ennis como referencial teórico a fim de identificar capacidades de pensamento crítico que possam ser exigidas no contexto de uma actividade e/ou material que se pretende desenvolver. Segunda, usar a taxonomia como uma matriz por forma a explicitar as capacidades de pensamento crítico que se pretende exigir, escrevendo situações, questões ou itens em estreita relação com a formulação usada por Ennis para enunciar as capacidades de pensamento crítico envolvidas no processo de decidir racionalmente o que fazer ou em que acreditar.

Considerando que, no sentido de ajudar os professores a desenvolverem práticas promotoras do pensamento crítico, é fundamental produzir e validar materiais curriculares e, em simultâneo estabelecer metodologias que permitam, aos professores, desenvolver materiais curriculares e/ou actividades de aprendizagem promotoras do pensamento crítico, o presente estudo envolveu o desenvolvimento, implementação e avaliação de actividades de aprendizagem de ciências que requerem o uso de capacidades de pensamento crítico. Para garantir o apelo a capacidades de pensamento crítico seguiu-se a metodologia proposta por Tenreiro-Vieira (1994), anteriormente explicitada.

O estudo desenvolveu-se em torno das seguintes questões de investigação:

1. Actividades de aprendizagem de ciências caracterizadas por requererem o uso de capacidades de pensamento crítico promovem o nível de pensamento crítico dos alunos?
2. A idade e o sexo dos alunos têm efeitos significativos no seu nível de pensamento crítico?

2. METODOLOGIA

Desenho de Investigação

Perante a impossibilidade de se dispor de dois grupos constituídos numa base verdadeiramente aleatória, que segundo Tuckman (1978) é pouco provável em educação, o modelo de investigação considerado mais adequado para o estudo e, por isso, adoptado, foi um quasi-experimental, desenho grupo de controlo / grupo experimental, pré-teste / pós-teste, com selecção não aleatória dos indivíduos, envolvendo um plano factorial 2 X 2 X 2.

De acordo com este desenho, numa primeira fase, procedeu-se à pré-testagem para medir a variável dependente, isto é, o nível de Pensamento Crítico, usando o instrumento descrito mais adiante. No final do estudo aplicou-se o instrumento mencionado para proceder à pós-testagem.

No intervalo de tempo compreendido entre o pré-teste e o pós-teste, decorreu a intervenção. Esta consistiu, no grupo experimental, à implementação de actividades de aprendizagem de ciências caracterizadas por requererem o uso de capacidades de pensamento crítico. O grupo de controlo realizou actividades de aprendizagem de ciências que tendo o mesmo foco em termos de conteúdo científico não requeriam o uso de capacidades de pensamento crítico. Estas actividades correspondem às habitualmente usadas por professores de ciências, sendo algumas delas extraídas de manuais escolares.

As condições tratamento foram cruzadas com as variáveis sexo e idade dos alunos. Para tal constituíram-se dois sub-grupos: rapazes e raparigas na variável sexo; e mais novos e mais velhos no caso da

variável idade. A idade média dos alunos que constituem a amostra do estudo foi usada como critério para constituir os dois sub-grupos: mais velhos e mais novos. Assim, os alunos com idade superior ou igual à idade média da amostra constituem o grupo dos mais velhos e os alunos com idade inferior à idade média da amostra constituem o grupo dos mais novos.

Amostra do Estudo

O estudo foi realizado com alunos do quinto ano de escolaridade de uma escola pública do segundo ciclo do ensino básico português. Das sete turmas do quinto ano da escola, foram seleccionadas quatro para a realização do estudo. Seleccionaram-se estas turmas por o seu professor da disciplina de Ciências da Natureza fazer parte integrante da equipa de investigação da autora, estando familiarizado com a intervenção a implementar. Tal, para além de garantir facilidades de contacto e colaboração, criava condições favoráveis ao igualar dos efeitos do professor e também se conseguia reduzir a saliência da intervenção.

Assim, a amostra é constituída por quatro turmas do quinto ano de escolaridade num total de 78 alunos, sendo 41 rapazes e 37 raparigas. A idade média dos alunos da amostra é de 10,5 anos. Duas das quatro turmas, designadas aleatoriamente, constituem o grupo experimental e as outras duas o grupo de controlo. O grupo experimental é, pois, constituído por 36 alunos, dos quais 16 são rapazes e 20 raparigas. A idade média dos alunos do grupo experimental é de 10,4 anos. O grupo de controlo é constituído por 42 alunos, dos quais 25 são rapazes e 17 raparigas. A idade média dos alunos do grupo de controlo é de 10,6 anos.

Instrumentos

Para medir o nível de pensamento crítico dos alunos envolvidos no estudo escolheu-se o "Cornell Critical Thinking Test, Level X" de R. H. Ennis e Jason Millman (1985), designado em português por Teste de Pensamento Crítico de Cornell (Nível X). Seleccionou-se este teste por: (i) se encontrar traduzido língua Portuguesa, tendo sido já usado em investigações com alunos do primeiro e segundo ciclos do ensino, (ii) ser consistente com a definição de pensamento crítico usada para desenvolver as actividades de aprendizagem caracterizadas por requerem o uso de capacidades de pensamento crítico, (iii) ser adequado para alunos desde o quarto ano de escolaridade até aos primeiros anos do ensino superior, (iv) ser um teste de tipo geral que cobre as capacidades de pensamento crítico na sua globalidade, como se pretendia, (v) poder ser aplicado no contexto de sala de aula, em um ou mais tempos lectivos de cinquenta minutos como era desejável, (vi) o manual do teste explicitar as instruções de administração a seguir (Ennis e Millman, 1985; Oliveira, 1992; Vieira, 1995), incluindo um conjunto de instruções especiais no caso de ser aplicado a alunos de níveis de escolaridade mais baixos, como é o caso do quinto ano de escolaridade (Ennis e Millman, 1985; Vieira, 1995) e (vii) ser um teste de cotação pouco demorada e fácil de realizar.

É um teste de tipo geral, de escolha múltipla. Os 76 itens que constituem o teste encontram-se organizados em quatro partes. Os da primeira, exigem que se ajuíze se um determinado facto sustenta ou não uma hipótese. Os itens da segunda, apelam para o ajuizar da credibilidade das observações relatadas com base, quer na origem, quer nas condições segundo as quais são obtidas. Os da terceira parte pretendem medir a capacidade de dedução dos alunos ao avaliarem se determinadas hipóteses podem ser consequência das afirmações feitas. Os itens integrados na quarta parte envolvem o reconhecimento de assumpções ao

pedir a identificação do que se toma por certo num argumento e o que serve de base à construção de raciocínios.

A aplicação do Teste de Pensamento Crítico de Cornell (Nível X) à amostra do estudo foi realizada atendendo às instruções especiais e recomendações dadas pelos autores no caso do teste ser aplicado a crianças. Primeiro distribuiu-se a folha de respostas correspondente à primeira parte do teste. Após o preenchimento dos dados biográficos pedidos nessa folha, solicitou-se aos sujeitos que lessem as instruções constantes nas mesmas. Uma vez esclarecidas todas as dúvidas surgidas, cada aluno recebeu o livrete relativo à primeira parte do teste. No término do tempo atribuído e dado de início para a resolução da primeira parte do teste, recolheu-se a folha de respostas e procedeu-se à distribuição da correspondente à segunda parte, logo seguida do respectivo livrete. Este procedimento foi seguido para as outras duas partes realizadas num outro tempo lectivo de 50 minutos, em dia consecutivo.

A cotação do teste, para a qual não se consideraram os itens incluídos como exemplo, resultou da diferença entre o número de respostas correctas e metade do número de respostas incorrectas, conforme indicações dos próprios autores do teste.

Intervenção

Decorrente do propósito central do estudo houve necessidade de conceber e desenvolver e implementar actividades de aprendizagem de ciências caracterizadas por requererem o uso de capacidades de pensamento crítico.

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). 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.

As capacidades de pensamento crítico listadas por Ennis (1987) na sua definição operacional de pensamento crítico estão organizadas em cinco áreas: Clarificação Elementar, Suporte Básico, Inferência, Clarificação Elaborada e numa área de Estratégias e Táticas. Cada uma destas áreas inclui um conjunto de capacidades de pensamento crítico agrupadas em diferentes categorias interdependentes. Por exemplo, a área de Suporte Básico envolve as capacidades de pensamento crítico: Avaliar a credibilidade de uma fonte e Fazer e avaliar observações. A área de inferência envolve três capacidades básicas de pensamento crítico que correspondem a três tipos de inferência: inferência dedutiva, inferência dedutiva e inferência por juízo de valor. A título ilustrativo, a inferência indutiva, inclui capacidades de pensamento crítico como: generalizar e inferir conclusões e hipóteses explicativas. Esta última capacidade, envolve capacidades tais como: delinear investigações, incluindo o planeamento do controlo de variáveis, procurar evidência e contra-evidência e procurar outras explicações possíveis (Ennis, 1987).

Tendo em conta as capacidades enunciadas, conforme definição operacional de pensamento crítico de Ennis, descreve-se, de seguida, um exemplo de uma actividade de aprendizagem de ciências caracterizada por requerer o uso da capacidade de pensamento crítico Decidir uma acção, envolvendo as capacidades:

Definir o problema, formular soluções alternativas, Decidir o que fazer explicitando as razões que suportam a decisão.

Esta actividade foi realizada pelos alunos no âmbito do estudo do tema: O Solo.

ACTIVIDADE: Tipos de solos

Imagina que o teu pai adquiriu uma quinta. O solo desta é difícil de cultivar. No Inverno, formam-se grandes poças de água e, no Verão, seca e formam-se fendas. O teu pai está preocupado com o(s) processo(s) que deve usar para corrigir o solo da quinta.

1. Tendo em conta a situação apresentada, completa o diagrama seguinte:

Qual é o Problema?
Soluções Possíveis: 1) 2) ...
↓
Decisão: SOLUÇÃO A ADOPTAR
PORQUÊ?

Os alunos do grupo experimental ao longo de um período lectivo (cerca de três meses) no decorrer de cada uma das três aulas de 50 minutos, por semana, realizaram e exploraram um conjunto de 12 actividades de aprendizagem de ciências que requeriam o uso de capacidades de pensamento crítico à medida que interagiam com informação científica. As actividades desenvolvidas enquadravam-se no âmbito da abordagem de temas do currículo da disciplina de Ciências da Natureza do quinto ano de escolaridade. Concretamente centravam-se em dois temas: "A água" e "O solo". No âmbito do primeiro tema foram focados tópicos/ assuntos tais como: Onde existe água no Planeta Terra?, Propriedades da água, Qualidade da água, Agentes poluidores da água e Processos de tratamento da água. No âmbito do segundo, foram focados tópicos/ assuntos como, por exemplo, Utilização e exploração do solo pelo Homem.

No grupo de controlo, os alunos a propósito de cada um dos tópicos/ assuntos abordados no âmbito dos temas "A água" e "O solo", realizaram e exploraram actividades habitualmente propostas por professores de ciências, muitas das quais correspondiam a actividades integradas em manuais escolares. Tais actividades solicitavam aos alunos que respondessem a questões factuais, reproduzindo informação previamente transmitida.

Tratamento dos Dados

Na análise dos dados recolhidos para responder às questões da investigação recorreu-se à estatística descritiva e inferencial. No contexto da análise efectuada aos dados relativos ao nível de pensamento crítico

dos alunos, começou-se por recorrer a procedimentos de estatística descritiva, concretamente, a médias e desvios-padrão.

De modo a comparar os efeitos principais de cada variável independente: tratamento, idade (com dois níveis: mais velhos e mais novos) e sexo (com dois níveis: rapazes e raparigas) separadamente e considerar as interacções entre as variáveis independentes, recorreu-se à análise de covariância tendo como variável dependente os resultados obtidos no pós-teste e como covariável os resultados obtidos no pré-teste. Optou-se pela análise de covariância porque, segundo autores como na esteira do defendido por autores como Borg e Gall (1989) e Campbell e Stanley (1973), a análise de covariância, tendo os resultados obtidos no pré-teste como covariável, é preferível a qualquer outra abordagem (incluindo as situações em que os grupos constituídos são inicialmente equivalentes relativamente à variável ou variáveis em estudo), porquanto permite remover ou controlar os efeitos devidos aos resultados obtidos no pós-teste.

Para confirmar os efeitos relativos do tratamento, da idade e do sexo no nível de pensamento crítico dos alunos, realizou-se uma análise de classificação múltipla (Multiple Classification Analysis). neste contexto, para avaliar a força do efeito de uma variável independente sobre a variável dependente (nível de pensamento crítico), usou-se, como referência, a regra prática mencionada por Kiess e Bloomquist (1985). Os autores, citando J. Cohen (1977), sugerem que um efeito que seja responsável, respectivamente, por cerca de 1% da variância representa um efeito pequeno, por 6% representa um efeito médio e por 15% um efeito grande.

Adoptou-se o nível de significância de 0,05 por ser amplamente reconhecido como convenção para considerar os resultados como estatisticamente significativos ou não (Kiess e Bloomquist, 1985; Borg e Gall, 1989). Na verdade, qualquer diferença entre médias de grupos que não atinge o nível de significância de 0,05 é geralmente vista com ceticismo por investigadores e é interpretada como uma diferença devida ao acaso (Kiess e Bloomquist, 1985). Além disso, decidiu-se estabelecer o nível de significância de 0,05 e não outro mais baixo como, por exemplo, 0,01, por forma a ser possível focar potenciais diferenças importantes que de outro modo não seriam vistas (Borg e Gall, 1989).

3. RESULTADOS

O Teste de Pensamento Crítico de Cornell (Nível X), foi usado para medir o nível de pensamento crítico dos alunos antes e após a intervenção. A tabela 1 mostra as médias das cotações obtidas, no pré-teste e no pós-teste, para o nível de pensamento crítico dos alunos, por grupo a que pertencem.

Tabela 1				
<i>Médias e Desvios-padrão das Cotações Obtidas, no Pré-teste e no Pós-teste, para o Nível de Pensamento Crítico, por Grupo</i>				
	Grupo			
Pensamento	Experimental		Controlo	
Crítico	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste
<i>M</i>	8,69	15,39	10,70	9,49
<i>DP</i>	7,01	9,13	9,26	8,76

A fim de responder às questões de investigação, realizou-se uma análise de covariância, com uma tabela 2 X 2 X 2. A tabela 2 apresenta um resumo dos resultados obtidos.

Tabela 2 Resumo da Análise de Covariância das Diferenças entre os Grupos Experimental e de Controlo, Mais Velhos e Mais Novos e Rapazes e Raparigas no Nível de Pensamento Crítico no Pós-teste				
Fonte de Variância	G.L.	Quadrados Médios	F	Prob. de F
Efeitos Principais				
Tratamento (T)	1	671,17	12,04	0,001
Idade (AG)	1	48,10	0,86	0,356
Sexo (G)	1	63,81	1,15	0,288
Interacção				
T X AG	1	416,75	7,48	0,008
T X G	1	73,46	1,32	0,255
AG X G	1	22,67	0,41	0,526
T X AG X G	1	94,81	1,70	0,196
Residual	69	55,73		
Total	77	87,54		

Como se pode observar, o efeito principal atribuível ao tratamento é estatisticamente significativo ao nível de significância considerado ($p < 0,05$). No nível de pensamento crítico, no pós-teste, o grupo experimental difere significativamente (para $p = 0,05$) do grupo de controlo, mesmo depois de os efeitos dos resultados obtidos no pré-teste terem sido removidos ou controlados. O valor médio ajustado obtido para o grupo experimental é significativamente maior do que o obtido para o grupo de controlo.

O efeito principal atribuível quer à idade, quer ao sexo não é estatisticamente significativo. Nenhuma destas variáveis independentes, isoladamente afectou o nível de pensamento crítico (variável dependente).

Os resultados obtidos indicam ainda que apenas a interacção entre as variáveis independentes tratamento e idade teve um efeito estatisticamente significativo no nível de pensamento crítico ao nível de significância $p < 0,05$.

Para averiguar os efeitos da interacção das variáveis independentes: tratamento e idade, no nível de pensamento crítico foram calculadas as médias e desvios-padrão para os dois Grupos de idade considerados (mais velhos e mais novos), por grupo (experimental e de controlo). A tabela que se segue resume os resultados obtidos.

Tabela 3 Médias e Desvios-padrão das Cotações Obtidas, no Pré-teste e no Pós-teste, para o Nível de Pensamento Crítico para os Dois Grupos de Idade Considerados, por Grupo: Experimental e de Controlo				
	Grupo			
Pensamento Crítico	Experimental		Controlo	
	Mais Novos	Mais Velhos	Mais Novos	Mais Velhos
Pré-teste				
M	8,88	8,20	12,61	9,13
DP	7,61	5,46	7,40	10,45

Pós-teste				
<i>M</i>	17,54	9,80	9,42	9,54
<i>DP</i>	8,33	9,11	7,57	9,81

Os resultados obtidos sugerem que a interacção (Tratamento X Idade) tem o maior efeito no grupo de alunos mais novos sob o tratamento experimental.

Para confirmar os efeitos relativos do tratamento, da idade e do sexo no nível de pensamento crítico dos alunos, realizou-se uma análise de classificação múltipla (Multiple Classification Analysis). Um resumo dos resultados obtidos é apresentado na tabela seguinte.

Table 4					
<i>Análise de Classificação Múltipla para o Nível de Pensamento Crítico</i>					
Variável e Categoria	<i>n</i>	Desvio não Ajustado	<i>Eta</i>	Ajustamento para o desvio da variável independente e da covariável	<i>Beta</i>
Tratamento					
Controlo	42	-2.72		-2.87	
Experimental	36	3.18		3.35	
			0.32		0.33
Sexo					
Masculino	41	-1.17		-0.88	
Feminino	37	1.30		0.97	
			0.13		0.10
Idade					
Mais novos	45	1.90		0.71	
Mais velhos	33	-2.59		-0.97	
			0.24		0.09
Nota. $R^2 = 0,34$; $R = 0,58$					

Os resultados indicam que o tratamento explica 11% ($0,33^2$) da variância nos resultados médios ajustados obtidos para o nível de pensamento crítico no pós-teste. O sexo explica 1% ($0,10^2$) da variância nos resultados médios ajustados obtidos no pós-teste e a idade explica < 1% ($0,09^2$) da variância nos resultados médios ajustados obtidos para o nível de pensamento crítico no pós-teste.

Assim e tendo como referência a regra prática mencionada por Kiess e Bloomquist (1985), pode considerar-se que o factor tratamento tem um efeito médio sobre a variável dependente, pois a variância nos resultados ajustados para o nível de pensamento crítico explicada pelo factor tratamento é superior a 6% e inferior a 15%. O sexo e a idade têm um efeito pequeno no nível de pensamento crítico, pois a variância nos resultados ajustados para o nível de pensamento crítico explicada por cada um destes factores é inferior a 1%.

4. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

O propósito base do estudo foi averiguar se actividades de aprendizagem de ciências caracterizadas por requerem o uso de capacidades de pensamento crítico promovem o nível de pensamento crítico dos alunos. Os resultados obtidos suportam a conclusão de que actividades de aprendizagem de ciências que, de forma explícita, criam oportunidades para os alunos usarem capacidades de pensamento crítico, promovem o nível de pensamento crítico dos alunos.

Outro propósito do estudo foi determinar os efeitos relativos das variáveis sexo e idade dos alunos no nível de pensamento crítico dos alunos *em função do tratamento*. Os resultados obtidos sugerem que o sexo e a idade têm um efeito pequeno no nível de pensamento crítico dos alunos. Por seu turno, o tratamento tem um efeito médio no nível de pensamento crítico dos alunos. Somente a interação tratamento e idade dos alunos tem um efeito significativo no nível de pensamento crítico dos alunos. É de notar que para o grupo experimental, o valor médio obtido no pós-teste para o nível de pensamento crítico dos alunos mais novos é maior do que o obtido para os alunos mais velhos.

A variância nos resultados médios obtidos no pós-teste, depois de ajustados para os resultados no pré-teste, explicada pelo tratamento sugere que as actividades de aprendizagem de ciências caracterizadas por requerem o uso de capacidades de pensamento crítico têm um efeito grande no nível de pensamento crítico dos alunos. Considerando que a promoção das capacidades de pensamento crítico dos alunos é, hoje, uma meta do ensino das ciências, aquele tipo de actividades de aprendizagem deve ser integrado, de forma sistemática, nas aulas de ciências.

A metodologia usada no estudo para desenvolver actividades de aprendizagem de ciências que exigem o uso de capacidades de pensamento crítico, afigura-se como sendo uma potencial ajuda para os professores de ciências reconstruírem as suas práticas de sala de aula no sentido de ensinar ciências para a compreensão articulando a construção de conhecimentos científicos e o desenvolvimento de capacidades de pensamento crítico. Tal metodologia é uma maneira eficaz de ajudar os professores de ciências a construir, para os seus alunos, actividades de aprendizagem de ciências promotoras do pensamento crítico. Porém, para tal os professores precisam de oportunidades de formação que lhes permitam apropriar-se daquela metodologia assim como do quadro teórico subjacente à mesma. Nesse sentido, é necessário incorporar, na formação inicial e na formação continuada de professores, módulos de formação centrados no pensamento crítico. Dentro desta perspectiva, sugere-se a realização de estudos de investigação focados em programas de formação inicial e continua de professores para uma educação em ciências promotora do pensamento crítico dos alunos.

5. REFERÊNCIAS

- AMERICAN ASSOCIATION for the ADVANCEMENT of SCIENCE. *Science for All Americans*. Washington, DC: Autor, 1989.
- BARMAN, Charles. Bridging the gap between the old and the new: Helping teachers move towards a new vision of science education. In J. Rhoton, e P. Bowers (Eds.), *Issues in science education*. Arlington, VA: National Science Teachers Association, 1996.
- BOGNAR, C. J., CASSIDY, W., LEWIS, C., e MANLEY-CASIMIR, M. *Social Studies in British Columbia: Technical report of the 1989 social studies assessment*. (Report No. FCG-147). Victoria: British Columbia Dept. of Education. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 350 189), 1991.
- BROWN, K. *Education, culture and critical thinking*. Suffolk, England: Book Company, 1998.

- CACHAPUZ, António, PRAIA, João, e JORGE, Manuela. Reflexão em torno de perspectivas do ensino das ciências: Contributos para uma nova orientação curricular — ensino por pesquisa. *Revista de Educação*, 9 (1), 2000, 69-79.
- CARNAHAN, Peggy. Rethinking the science curriculum. In R. W. Bybee, e J. D. McInerney (Eds.), *Redesigning the science curriculum*. Colorado Springs, CO: National Science Foundation, 1995
- COMMEYRAS, M. Analysing a Critical Thinking lesson. *Teaching of Teacher Education*, 6 (3), 1990, 201-214.
- CONNOR, James. Naive conceptions and the school science curriculum. In M. B. Rowe (Ed.), *What research says to the science teacher. Volume six. The process of knowing*. Washington, DC: National Science Teachers Association, 1990.
- COSTA, Arthur, e LOWERY, Lawrence. *Techniques for teaching thinking*. Pacific Grove, CA: Midwest Publications, 1989.
- DEBOER, G. E. Scientific Literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37 (6), 2000, 582-601.
- DEPARTAMENTO de EDUCAÇÃO BÁSICA. *Ciências Físicas e Naturais: Orientações Curriculares para o Ensino Básico*. Lisboa: Ministério da Educação, 2001.
- ENNIS, Robert. A logical basis for measuring critical thinking skills. *Educational Leadership*, 43 (2), 1985, 44-48.
- ENNIS, Robert. 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, 1987.
- ENNIS, Robert. *Critical thinking*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1996.
- ENNIS, Robert, e MILLMAN, Jason. *Cornell Critical Thinking Test, Level X*. Pacific Grove, CA: Midwest Publications, (1985).
- FITZSIMMONS, Stephen, e KERPELMAN, Larry (1994). The national perspective. In S. J. Fitzsimmons, e L. C. Kerpelman (Eds.), *Teacher enhancement for elementary and secondary science and mathematics: Status, issues, and problems*. Washington, DC: National Science Foundation.
- GREENO, J. Mathematical and scientific thinking in classrooms and other situations. In D. F. Halpern (Ed.), *Enhancing thinking skills in the sciences and mathematics*. Hillsdale, NY: Erlbaum, 1992.
- HALPERN, Diane. A cognitive approach to improving thinking skills in the sciences and mathematics. In D. F. Halpern (Ed.), *Enhancing thinking skills in the sciences and mathematics*. Hilldshale, NJ: Erlbaum, 1992.
- HALPERN, Diane. *Thought and knowledge: An introduction to critical thinking*. (3ª ed.). Hilldshale, NJ: Erlbaum, 1996.
- HARE, William. Critical thinking as an aim of education. In R. Marples (Ed.), *The aims of Education* (pp. 85-99). London: Routledge, 1999.

- HARLEN, Wynne. Education for equal opportunities in a scientifically literate society. In E. Whitelegg, J. Thomas, e S. Tresman (Eds.), *Challenges and opportunities for science education*. London: The Open University Press, 1993.
- HIROSE, S. (1992). *Critical thinking in community colleges*. (Report No. EDO-JC-92-01). Los Angeles, CA: Clearinghouse for Junior Colleges. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 348 128)
- HOFWOLT, Clifford. What can teachers do to increase their effectiveness in the science classroom? Are there methods and instructional strategies that are more effective than what teachers currently use? In D. Holdzkom, e P. B. Lutz (Eds.), *Research within reach: Science education*. Washington, DC: National Science Teachers Association, 1984.
- HUGHES, William. *Critical thinking: An introduction to the basic skills*. (3ª ed.). Toronto: Broadview Press, 2000.
- HURD, Paul. Reinventing the science curriculum: Historical reflections and new directions. In R. W. Bybee, e J. D. McInerney (Eds.), *Redesigning the science curriculum*. Colorado Springs, CO: National Science Foundation, 1995.
- KENNEDY, M. Policy issues in teacher education. *Phi Delta Kappan*, 72 (9), 1991, 659-665.
- KIESS, Harold, e BLOOMQUIST, Douglas. *Psychological research methods: A conceptual approach*. Boston, MA: Allyn & Bacon, 1985.
- KOBALLA, Thomas. Is there substantial agreement on the goals for science instruction? If so, what are they? In D. Holdzkom, e P. B. Lutz (Eds.), *Research within reach: Science education*. Washington, DC: National Science Teachers Association., 1984.
- MASON, J., e WASHINGTON, P. (1992). *The future of thinking*. London: Routledge.
- MESTRE, Jose. Cognitive aspects of learning and teaching science. In S. J. Fitzsimmons, e L. C. Kerpelman (Eds.), *Teacher enhancement for elementary and secondary science and mathematics: Status, issues, and problems*. Washington, DC: National Science Foundation, 1994.
- MIRMAN, J., e TISHAM, S. Infusing thinking through "Connections". *Educational Leadership*, 45 (7), 1988, 64-65.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press, 1996.
- OCHS, Daniel. Assessing habits of mind through performance based assessment in science. In J. Rhoton, e P. Bowers (Eds.), *Issues in science education*. Arlington, VA: National Science Teachers Association, 1996.
- OLIVEIRA, Maurícia. *A criatividade, o pensamento crítico e o aproveitamento escolar em alunos de ciências*. Tese de doutoramento não publicada, Universidade de Lisboa, 1992.
- PAUL, Richard. *Critical thinking - What every person needs to survive in a rapidly changing world*. (3ª ed.). Santa Rosa, CA: Foundation for Critical Thinking, 1993.

- PAUL, Richard, BINKER, A., JENSEN, K., e KREKLAU, H. *Critical thinking handbook: 4th - 6th grades. A guide for remodelling lesson plans in language arts, social studies & science*. Rohnert Park, CA: Foundation for Critical Thinking, 1990.
- PAUL, Richard, BINKER, A., MARTIN, Douglas, e ADAMSON, Ken. *Critical thinking handbook: high school. A guide for redesigning instruction*. Rohnert Park, CA: Center for Critical Thinking, 1989.
- PORLÁN, R., RVERO, A., e MARTÍN, R. El conocimiento del profesorado sobre la ciencia, su enseñanza y aprendizaje. In F. L. Perales, e P. Cañal (Dirs.), *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy: Editorial Marfil, 2000.
- RAIZEN, Senta. Approaches to the science curricula for grades K-12. In S. J. Fitzsimmons, e L. C. Kerpelman (Eds.), *Teacher enhancement for elementary and secondary science and mathematics: Status, issues, and problems*. Washington, DC: National Science Foundation, 1994.
- SHEPARDSON, Donald. Publisher-based science activities of the 1980s and thinking skills. *School Science and Mathematics*, 93 (5), 1993, 264-268.
- SUTTON, Clive. Well, Mary, what are they saying here? In R. Levinson (Ed.), *Teaching science*. London: The Open University Press, 1994.
- SWARTZ, Robert, e PARKS, Sandra. *Infusing the teaching of critical and creative thinking into elementary instruction. A lesson design handbook*. Pacific Grove, CA: Midwest Publications, 1994.
- SWARTZ, Robert, e PERKINS, D. *Teaching thinking: Issues and approaches*. Pacific Grove, CA: Midwest Publications, 1990.
- TENREIRO-VIEIRA, Celina. *O pensamento crítico na educação científica: proposta de uma metodologia para a elaboração de actividades curriculares* [Critical thinking in science education: A proposal for the development of curricular activities]. Unpublished master's thesis, Department of Education - Faculty of Sciences, University of Lisbon, Portugal, 1994.
- TINKER, Robert. The centrality of inquiry. In R. W. Bybee, e J. D. McInerney (Eds.), *Redesigning the science curriculum*. Colorado Springs, CO: National Science Foundation, 1995.
- TSUI, L. *Critical thinking inside college classrooms: Evidence from four instructional case studies*. Paper presented at the Annual Meeting of the Association for the Study of Higher Education, San Antonio, TX, (ERIC ED 437 013), 1999.
- TUCKMAN, B. W. *Conducting experimental research*. (2^a ed.). New York: Harcourt Brace Jovanovich, Inc, 1978.
- VIEIRA, Rui. *O desenvolvimento de courseware promotor de capacidades de pensamento crítico* [The development of Courseware promoting critical thinking abilities] Unpublished master's thesis, Department of Education - Faculty of Sciences, University of Lisbon, Portugal, 1995.
- WEISS, Iris. The context of science and mathematics in-service education programs. In S. J. Fitzsimmons, e L. C. Kerpelman (Eds.), *Teacher enhancement for elementary and secondary science and mathematics: Status, issues, and problems*. Washington, DC: National Science Foundation, 1994.

WILLIAMSON, Jan. *The Greensboro plan: Infusing reasoning & writing into the K-12 curriculum*. Santa Rosa, CA: Foundation for Critical Thinking, 1991.

Contactar

Revista Iberoamericana de Educación

Principal OEI