

IDENTIFICAÇÃO DE ELEMENTOS DO ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO EM AULAS DE PROFESSORES EM FORMAÇÃO INICIAL

Milena Cardoso

Programa Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo.

Daniela Lopes Scarpa

Instituto de Biociências, Departamento de Ecologia, Universidade de São Paulo.

RESUMO: Neste trabalho, identificou-se os elementos do Ensino de Ciências por Investigação usados por professores em formação inicial em aulas investigativas. Para isso, aulas ministradas por um grupo de sete licenciandos participantes de um programa que visava aproximá-los dessa abordagem de ensino foram gravadas e transcritas. A análise das aulas, feita por meio da ferramenta *Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação* (DEEnCI), revelou que os elementos mais presentes foram os relacionados ao trabalho empírico; à elaboração e comunicação de conclusões e ao trabalho em grupo. Foi encontrada uma menor utilização de elementos que conferem maior autonomia dos estudantes no processo investigativo, revelando uma possível dificuldade dos licenciandos na utilização do Ensino por Investigação.

PALAVRAS CHAVES: formação inicial de professores; ensino de ciências por investigação; ferramenta de análise.

OBJETIVO: Identificar elementos de Ensino de Ciências por Investigação em aulas ministradas por professores em formação inicial.

MARCO TEÓRICO

O Ensino de Ciências por Investigação (EnCI) busca propiciar o aprendizado de ciências por meio de atividades que apresentam características de investigações científicas autênticas, nas quais os estudantes possam manipular diretamente materiais e se engajar intelectualmente (Deboer, 2006). O processo de investigação científica é complexo e didaticamente costuma ser dividido em unidades menores, que guiam os docentes e discentes no processo e destacam as características essenciais do raciocínio científico (Pedaste et al., 2015).

Essas unidades, ou elementos do EnCI, são descritas por Borda Carulla (2012) e Pedaste et al. (2015). Segundo esses autores, as atividades de EnCI devem proporcionar a geração de problemas e/ou questões que incentivem os alunos a exporem suas concepções e a proporem hipóteses e/ou previsões; que os engajem na coleta e análise de dados e na interpretação destes à luz de ideias científicas; que os estimulem a elaborar conclusões; e que oportunizem momentos de comunicação e reflexão sobre os processos realizados. A investigação inicial pode se estender e envolver atividades que promovam a utilização dos conhecimentos construídos e a investigação de novas questões.

Em atividades de EnCI, os estudantes devem ser encorajados a raciocinarem e trabalharem coletivamente para chegar a decisões em conjunto. O papel do professor é o de conduzir os trabalhos por meio de um direcionamento que pode conceder variados níveis de autonomia e responsabilidade aos alunos (Banchi e Bell, 2008), de forma a adequar essa abordagem de ensino aos objetivos de aprendizagem e às características da turma (Munford e Lima, 2007) procurando abordar algumas concepções dessa abordagem que são consideradas pouco apropriadas. Essa perspectiva de ensino vem orientando um curso de pós-graduação lato sensu, ministrado pelo Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais. Tomamos como pressupostos básicos as ideias de: 1).

O papel do aluno em aulas investigativas é, portanto, diferente do executado em aulas em que os conhecimentos são dados totalmente pelo professor. Essa mudança no papel dos alunos não se concretiza sem uma transformação na postura dos professores, que costumam apresentar dificuldades na utilização do EnCI já que, em sua maioria, tiveram pouca ou nenhuma experiência em aprender ciências dessa forma (Artigue et al., 2012).

Assim, a formação inicial tem um papel importante na apresentação do EnCI aos futuros professores e no oferecimento de preparação e suporte na sua utilização (Crawford, 1999). Esse trabalho buscou responder à pergunta: que elementos do EnCI são usados em aulas planejadas e ministradas por licenciandos participantes de um programa que busca aproximá-los dessa abordagem de ensino?

METODOLOGIA

A busca de respostas para a pergunta colocada envolveu a realização de um estudo de caso, definido por Bogdan e Biklen (1994) como a investigação sistemática de uma instância específica. Foi acompanhado um grupo de sete licenciandos participantes de um programa de formação inicial docente que tinha como objetivos e ações de formação a aproximação dos licenciandos com teorias e práticas relacionadas ao EnCI.

A coleta de dados ocorreu durante 2015, no período em que os licenciandos planejaram e aplicaram aulas investigativas sobre os sentidos humanos em três turmas de 9º ano do ensino fundamental de uma escola pública da cidade de São Paulo (São Paulo, Brasil). Os licenciandos ministraram quatro blocos de aulas, referentes aos sentidos audição, tato, visão e paladar/olfato. Em cada bloco, uma investigação sobre o(s) sentido(s) foi realizada pelos estudantes, com o suporte dos licenciandos, por meio de duas atividades práticas e discussões. Cada bloco teve a duração de duas aulas.

Constituíram-se como dados de pesquisa a transcrição das gravações de áudios e vídeos dos quatro blocos de aulas ministradas em uma turma. A análise do material transcrito foi realizada através da ferramenta *Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação* (DEEnCI), elaborada por Cardoso e Scarpa (em preparação) a partir da tradução, adaptação e integração das ideias de EnCI discutidas em Banchi e Bell (2008), que estabelecem graus de abertura de atividades investigativas; Borda Carulla (2012), que apresenta ações dos professores e alunos durante o EnCI e Pedaste et al. (2015), que propõem fases para o ciclo investigativo. Os elementos da ferramenta são organizados nos seguintes temas: (A) Introdução à investigação; (B) Apoio às investigações dos alunos; (C) Guia as análises e conclusões; (D) Incentivo à comunicação e ao trabalho em grupo e (E) Estágios futuros à investigação. Os elementos que compõem a ferramenta e a sua organização de acordo com os temas são apresentados na tabela 1.

Para a análise, as transcrições de cada bloco de aulas foram lidas e os elementos indicados na tabela 1 foram avaliados como *presentes*, quando encontrados no bloco; *ausentes*, quando não identificados; ou como *não aplicáveis*, quando não era possível fazer a sua avaliação no bloco avaliado. A análise foi realizada por bloco de aulas, e não por aula ou na sequência inteira de aulas, pois em cada bloco foi realizada uma investigação completa e independente das realizadas nos outros blocos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram identificados como presentes 15 elementos no bloco de aulas sobre audição; 14 no de tato; 11 no de visão; e 12 no de paladar/olfato, todos indicados com cinza-escuro na tabela 1. Os elementos ausentes e não aplicáveis foram identificados em cinza-claro e branco, respectivamente. Detalhes sobre os elementos presentes são apresentados e discutidos abaixo.

Tabela 1.
Identificação de elementos de EnCI

ELEMENTO DO EnCI	BLOCO DE AULA			
	AUDIÇÃO	TATO	VISÃO	PALADAR/ OLFATO
A1 O professor estimula o interesse dos alunos sobre um tópico de investigação				
B1 Há a definição de problema e/ou questão de investigação				
B1.1 O professor envolve os alunos na definição do problema e/ou questão de investigação				
B2 Há a definição de hipótese e/ou previsão para a investigação				
B2.1 O professor envolve os alunos na definição de hipótese e/ou previsão				
B2.2 O professor envolve os alunos na justificação da hipótese e/ou previsão definidos				
B3 Há a definição de procedimentos de investigação				
B3.1 O professor envolve os alunos na definição dos procedimentos de investigação				
B3.2 Os procedimentos de investigação definidos são apropriados ao problema e/ou questão				
B4 Há a coleta de dados durante a investigação				
B4.1 O professor envolve os alunos na coleta dados				
B4.2 O professor ajuda os alunos a manterem notas e registros durante a coleta de dados				
B4.3 O professor encoraja os alunos a checarem os dados				
B4.4 Os dados coletados permitem o teste da hipótese e/ou previsão				
C1 O professor encoraja os alunos a analisarem os dados coletados				
C2 O professor encoraja os alunos a elaborem conclusões				
C3 O professor encoraja os alunos a justificarem as suas conclusões com base em conhecimentos científicos				
C4 O professor encoraja os alunos a verificarem se as suas conclusões estão consistentes com os resultados				
C5 O professor encoraja os alunos a compararem as suas conclusões com a hipótese e/ou previsão				
C6 O professor encoraja os alunos a considerarem as suas conclusões em relação ao problema e/ou questão de investigação				
C7 O professor encoraja os alunos a refletirem sobre a investigação como um todo				
D1 O professor encoraja os alunos a trabalharem de forma colaborativa em grupo				
D2 O professor encoraja os alunos a relatarem o seu trabalho				
D3 O professor encoraja os alunos a se posicionarem frente aos relatos dos colegas sobre a investigação				
E1 O professor encoraja os alunos a aplicarem o conhecimento adquirido em novas situações				
E2 O professor encoraja os alunos a identificarem ou elaborarem mais problemas e/ou questões a partir da investigação				

Legenda: presente (cinza-escuro), ausente (cinza-claro), não aplicável (branco). *Fonte:* as autoras.

O estímulo ao interesse dos alunos sobre o tópico de investigação (A1) foi identificado nos blocos de aula sobre audição e visão. A forma de estimular o interesse dos alunos nos dois blocos foi através do levantamento de concepções e experiências prévias sobre o tema a ser investigado. O estímulo ao interesse dos alunos sobre o tópico pode influenciar no envolvimento dos alunos com a investigação, por isso a importância da presença desse elemento em aulas investigativas.

Deboer (2006) considera a resolução de um problema ou questão como uma característica essencial do EnCI, pois é a busca por respostas que oferece foco, direção e propósito para o trabalho dos estudantes. Nas aulas analisadas, questão de investigação (B1, B1.1) foi identificada somente no bloco sobre audição, que foi elaborada pelos licenciandos e apresentada à turma.

Ao se deparar com uma questão não resolvida, o estudante tenta propor explicações que indicam possíveis respostas à nova situação a partir de ideias formadas em experiências prévias (Harlen, 2012). O professor pode conduzir esse processo de forma a levar à formulação de hipóteses e/ou previsões (B2, B2.1), algo identificado nos blocos de aula sobre audição e tato. Em ambas, houve o estabelecimento de previsões, ou seja, a definição de um resultado esperado a ser obtido com a realização de um teste (Lawson, 2004).

Os procedimentos de coleta de dados foram definidos pelos licenciandos, exceto em uma aula do bloco sobre audição em que os estudantes discutiram modificações no protocolo oferecido (B3, B3.1). Os alunos participaram da coleta de dados empíricos em todas as aulas (B4, B4.1). Também esteve presente a ajuda aos alunos na manutenção de notas e registros durante a coleta de dados, afora no bloco sobre audição (B4.2).

O encorajamento à análise de dados, elaboração de conclusões e sua justificação com base em conhecimentos científicos (C1, C2, C3) foram identificados nas aulas de todos os sentidos. Essas ações permitem que os dados ganhem sentido, sendo possível haver a formulação de explicações e síntese de novos conhecimentos (Pedaste et al., 2015). Para a maior consolidação dos conhecimentos científicos trabalhados, outros elementos são importantes, como a reflexão, comunicação, aplicação e continuação do processo de investigação a partir de novas perguntas.

A reflexão sobre a investigação permite que ocorra a checagem de erros e a sua correção, bem como oportuniza momentos para que sejam evidenciados aspectos do trabalho científico (Flick e Lederman, 2006). Os elementos relacionados à reflexão foram pouco representativos nas aulas. Somente no bloco sobre paladar/olfato houve o incentivo à reflexão sobre a investigação como um todo (C7). Também em uma aula, no bloco sobre tato, os licenciandos encorajaram os alunos a verificarem se as conclusões estavam consistentes com os resultados (C4). Em uma aula sobre audição, os licenciandos estimularam os alunos a compararem as suas conclusões com a previsão e com a questão de investigação (C5, C6).

Houve o encorajamento à realização do trabalho de forma colaborativa (D1), já que os alunos desenvolveram todas as atividades em grupos, organização esta proposta pelos licenciandos. Também estiveram presentes nas aulas de todos os sentidos o incentivo ao compartilhamento dos achados de investigação entre os grupos (D2). O estímulo ao posicionamento dos estudantes perante os relatos dos colegas (D3) ocorreu em todos os blocos, exceto no sobre audição. A ocorrência da comunicação é fundamental porque é pela tentativa de fazer as ideias inteligíveis a outros, ou justificar um ponto de vista usando evidências, que os alunos examinam suas ideias criticamente (Borda Carulla, 2012).

Em uma aula de olfato/paladar, houve a proposição de atividade de aplicação do conhecimento adquirido durante a investigação (E1). Não foram identificados momentos em que os licenciandos tenham incentivado os estudantes na elaboração de mais questões a partir da investigação (E2).

Assim, os elementos do EnCI que mais estiveram presentes nas aulas analisadas foram os relacionados ao engajamento dos alunos na investigação a partir do seu envolvimento direto com a coleta, registro e manejo dos dados, bem como na emissão e comunicação de conclusões e no trabalho em grupo. Por outro lado, em poucos blocos houve o processo de reflexão sobre etapas específicas ou sobre

todo o processo investigativo. Também esteve pouco ou completamente ausente das aulas o envolvimento direto dos alunos com a elaboração de problemas e/ou questões, de hipóteses e/ou previsões e de procedimentos de investigação.

A dificuldade em compartilhar responsabilidades com os alunos durante a investigação foi encontrada não somente nos licenciandos acompanhados nessa pesquisa, como também nos investigados por outros autores. Os professores em formação inicial estudados por Krämer, Nessler e Schlüter (2015) apresentaram problemas em oferecer autonomia para que os alunos formulassem questões, planejassem procedimentos, emitissem previsões, checassem dados e refletissem sobre a investigação.

Segundo Seung, Park e Jung (2014), a raiz dessa dificuldade pode ser a tendência que os docentes em formação inicial apresentam em centrar a atenção e preocupação em si e nas suas ações, em vez de focar no que os estudantes de fato experienciam e aprendem em aulas investigativas. Formas de apoiar os licenciandos na maior centralização das aulas e atividades investigativas nos alunos, permitindo um engajamento mais completo desses na investigação, devem ser, portanto, desenvolvidas, estudadas e discutidas em outras pesquisas.

CONCLUSÕES

Nas aulas analisadas, os elementos de EnCI mais presentes foram os relacionados ao estímulo dos alunos à coleta, registro e análise de dados; à elaboração e comunicação de conclusões e ao trabalho em grupo. Foi encontrada uma menor utilização, pelos licenciandos, de elementos que conferem maior autonomia dos estudantes no processo investigativo.

É importante salientar que essa visão geral dos dados não tem a finalidade de reduzir a presença ou ausência de elementos do EnCI a acertos e erros cometidos pelos licenciandos. Tampouco, este trabalho defende que as aulas investigativas devam conter todos os aspectos apontados na ferramenta de análise. O real valor da análise aqui apresentada é que ela pode revelar possíveis problemas que os licenciandos encontraram durante a implantação do EnCI. Conhecer os elementos que representam dificuldades se constitui como um dos primeiros passos para que seja oferecida uma formação que forneça o suporte adequado aos professores de ciências iniciantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARTIGUE, A., DILLON, J., HARLEN, W., LÉNA, P. (2012). *Learning through Inquiry*. Montrouge: Fibonacci Project.
- BANCHI, H., BELL, R. (2008). The Many Levels of Inquiry. *Science and Children*, 26-29.
- BOGDAN, R., BIKLEN, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação – Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora,.
- BORDA CARULLA, S. (2012). *Tools for Enhancing Inquiry in Science Education*. Montrouge: Fibonacci Project.
- CARDOSO, M., SCARPA, D. (em preparação). Uma ferramenta para analisar e planejar atividades e sequências didáticas investigativas.
- CRAWFORD, B. (1999). Is It Realistic to Expect a Preservice Teacher to Create an Inquiry-based Classroom? *Journal of Science Teacher Education*, 10(3), 175-194.
- DEBOER, G. (2006). Historical Perspectives on Inquiry Teaching in Schools. In Flick, L.B., Lederman, N.G (Eds.). *Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education*. Dordrecht: Springer, pp. 17-35.

- FLICK, L., LEDERMAN, N. (2006). Introduction In _____. *Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education*. Dordrecht: Springer, ix-xviii.
- HARLEN, W. (2012). *Inquiry in Science Education*. Montrouge: Fibonacci Project.
- KRÄMER, P., NESSLER, S. H., SCHLÜTER, K. (2015). Teacher students' dilemmas when teaching science through inquiry. *Research in Science & Technological Education*, 33(3), 1–19.
- LAWSON, A. (2004). T. rex, the Crater of Doom, and the Nature of Scientific Discovery. *Science & Education*, 13(3), 155–177.
- MUNFORD, D., LIMA, M. (2007). Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 9, 72–89.
- PEDASTE, M., MÄEOTS, M., SIIMAN, L., JONG, T., RIESEN, S., KAMP, E., MANOLI, C., ZACHARIA, Z., TSOURLIDAKI, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61.
- Seung, E., Park, S., Jung, J. (2014). Exploring Preservice Elementary Teachers' Understanding of the Essential Features of Inquiry-Based Science Teaching Using Evidence-Based Reflection. *Research in Science Education*, 44(4), 507–529.