

Aprendendo a Ensinar Ciências por investigação: os primeiros passos de uma professora de Biologia

Luciane Angelina dos Santos Ferreira¹
Luiz Gustavo Franco²

Resumo: Neste relato descrevemos como uma professora de Biologia deu seus primeiros passos no uso do Ensino de Ciências por Investigação (EnCI). Relatamos a experiência de uma docente com pouco contato com esta abordagem em uma sequência de aulas sobre sistema circulatório em turmas do Ensino Médio. Dentre os resultados, indicamos dois aspectos centrais: i) o esforço contínuo da professora em gerar oportunidades para que os estudantes expressassem suas ideias; ii) a maneira isolada como os elementos do EnCI apareceram entre as aulas. Destacamos a necessária reflexão sobre o que significa ensinar Biologia de forma investigativa, tendo em vista o desafiante processo de implementação do EnCI em sala de aula.

Palavras chave: Ensino de Ciências por Investigação, Formação Continuada, Ensino de Biologia.

-
- 1 Professora de Biologia da Educação Básica, especialista em Educação em Ciências, lucianeasf@gmail.com;
 - 2 Professor da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, luiz.gfs@hotmail.com;

Introdução

A área de Educação em Ciências vem indicando a relevância de aulas mais significativas para os estudantes, capazes de gerar oportunidades de reflexão, desenvolvimento de estratégias para a resolução de problemas, autonomia intelectual e de habilidades para trabalho em equipe (CARVALHO, 2018). Uma das alternativas que têm sido propostas pela pesquisa é o Ensino de Ciências por Investigação (EnCI). Consideramos o EnCI como uma abordagem didática que tem como foco o processo de construção do conhecimento científico e não apenas na transmissão de seus produtos (MUNFORD; LIMA, 2007; PEDASTE et al., 2015).

Para alcançar os objetivos propostos pelo EnCI, os estudantes devem entender, além dos conteúdos conceituais da ciência, os processos de “fazer” e “falar” ciência em sala de aula e se engajar em tais processos. Segundo Munford e Lima (2007), deveríamos nos apropriar de características do fazer científico para que os estudantes aprendam sobre a sua construção, gerando visões mais complexas do conhecimento científico.

Apesar das crescentes indicações sobre as potencialidades do EnCI, há diversos desafios para a sua implementação. Especificamente, no presente relato, estamos interessados nos desafios relacionados à formação de professores. Destacamos aqueles professores que já possuem anos de experiência em sala de aula e não tiveram uma formação inicial voltada para práticas inovadoras ou não conheceram o EnCI. Windschitl e colaboradores (2012) relatam que estes professores, em geral, enfatizam o gerenciamento da classe e o trabalho com atividades materiais e menos em desenvolver estratégias para que os estudantes raciocinem sobre ideias científicas. Os docentes trabalham o conteúdo de ciências de maneira expositiva, enraizada no uso de livros didáticos e de forma teórica. Como esses professores tentar inovar em suas metodologias de ensino? Ainda sabemos pouco sobre *se* e *como* tais profissionais buscam agregar inovações pedagógicas em suas aulas de ciências a partir da abordagem investigativa.

Esta é uma demanda importante no contexto atual. A Base Nacional Comum Curricular tem indicações relacionadas ao uso do EnCI como alternativa para inovação da educação científica (BRASIL, 2017). A BNCC, homologada em 2018, já está sendo implementada nas escolas e tem demandas para o desenvolvimento de práticas investigativas no ensino de ciências. Neste contexto, o presente relato de experiência contribui para compreensão sobre como uma professora de Biologia buscou agregar

elementos do Ensino de Ciências por Investigação em suas aulas para turmas do 2º ano do Ensino Médio.

O Ensino de Ciências por Investigação

Há uma considerável diversidade encontrada na pesquisa e em currículos de ciências quando se trata do Ensino de Ciências por Investigação (SÁ et al., 2007). Pesquisadores e professores têm buscado identificar aspectos considerados centrais do EnCI, sem que isso represente um engessado de suas potencialidades. É possível identificar alguns aspectos compartilhados entre estes pesquisadores, em geral relacionados ao desenvolvimento de práticas como: a formulação de perguntas, resolução de problemas, geração de hipóteses, interpretação de dados e construção de conclusões (ZOMPERO; LABURÚ, 2011).

No presente trabalho, utilizamos a discussão de Pedaste e colaboradores (2015) para indicar alguns aspectos relevantes sobre como entendemos o EnCI. Os autores apresentam uma revisão consistente sobre a abordagem, destacando a diversidade de metodologias presentes na educação científica. A revisão identificou 109 termos para diferentes fases de atividades investigativas. Paralelamente, os autores indicaram uma considerável sobreposição entre diversas fases, gerando um agrupamento em um conjunto de 34 processos investigativos distintos. A partir de suas análises, tais processos foram finalmente fundidos em cinco fases gerais de investigação:

Orientação: Etapa de estimulação da curiosidade dos aprendizes em relação às questões a serem investigadas.

Conceitualização: Etapa de apresentação ou formulação de questões com caráter investigativo e elaboração de hipóteses.

Investigação: Etapa que envolve o processo de experimentação, coleta de dados, exploração e análise desses dados.

Conclusão: Etapa na qual os estudantes articulam as hipóteses aos dados coletados, sugerindo explicações, afirmações e posicionando-se frente ao tema a ser investigado.

Discussão: Etapa de apresentação e comunicação de ideias, momento de interação entre os aprendizes, refletindo a respeito das etapas anteriores. Envolve o processo de apresentar os resultados de fases particulares ou todo o ciclo de investigação, comunicando-se com os outros em qualquer uma das fases.

Assim, Pedaste e colaboradores (2015), indicam cinco etapas de investigação. Porém, no EnCI estas etapas não necessariamente seguem um

mesmo padrão fixo de organização, podendo o professor e o aluno transitar pelas diversas etapas, fazendo conexões, contextualizações entre os diversos elementos e adaptando a realidade escolar e/ou vivência dos alunos (CARDOSO; SCARPA, 2018).

Tais etapas nos ajudam a estabelecer alguns elementos que têm sido considerados importantes pela pesquisa em Educação em Ciência quando se fala em Ensino de Ciências por Investigação. Não devem ser vistas, porém, como um tutorial do EnCI. Esta abordagem didática depende de uma série de outros aspectos, em especial, a mediação do professor ao conduzir aulas investigativas e a autonomia intelectual e engajamentos dos estudantes nestas aulas (CARVALHO, 2018).

Metodologia

Contexto de ensino e as aulas de Biologia

O presente relato foi realizado a partir de observações de aulas de Biologia em uma escola estadual localizada na região metropolitana de Belo Horizonte no 1º semestre de 2019.

A professora acompanhada formou-se em Ciências Biológicas há cerca de 14 anos. Após a graduação, ficou afastada da sala de aula por mais de dez anos para trabalhar como técnica de laboratório em uma instituição pública, retornando à prática pedagógica a cerca de três anos.

Destacamos, portanto, algumas características relevantes do contexto: turmas que vivenciaram o ensino de ciências de forma tradicional ao longo da escolarização e uma professora que utilizava práticas mais tradicionais e buscava introduzir abordagens de ensino inovadoras em suas aulas de Biologia. A sequência de aulas tratava do tema sistema cardiovascular e foi desenvolvida em turmas do 2º ano do Ensino Médio a partir de um conjunto de seis aulas, apresentadas de forma ampla na Tabela 1:

Tabela 1: Sequência de aulas sobre o sistema cardiovascular.

Aula	Temática	Descrição Breve
1	Conhecimentos prévios o sistema cardiovascular.	Os alunos receberam uma folha de papel em branco e tiveram que desenhar o corpo humano com suas principais estruturas. Em um segundo momento eles observaram e discutiram diferenças dos órgãos presentes no modelo anatômico da escola

2	Estruturas e funções do sistema cardiovascular	Os alunos foram orientados a observar as estruturas presentes nas mãos (veias, músculos, tendões, etc.) e insignados a reesponder qual destas estruturas pertenciam ao sistema circulatório e como eles poderiam comprovar hipóteses por eles levantadas.
3	Entendendo o coração	Foi perguntado aos alunos porque sentimos o batimento cardíaco em diferentes pontos do corpo. Qual a média dos batimentos cardíacos? Seguiu-se com a montagem de uma tabela com possíveis valores da pulsação dos alunos e discussão.
4	Doenças do sistema cardiovascular	Foi realizado pelos alunos um questionário (elaborado por eles), a ser aplicado aos pais e familiares acerca das doenças do sistema.
5	Tecnologias para a manutenção da vida	Os alunos utilizaram o aparelho celular, o relógio analógico ou digital e o aparelho de pressão com marcador de batimentos cardíacos e fizeram uma comparação entre eles e discussão acerca dos resultados.
6	Revisão de conteúdos.	Os alunos foram conduzidos à sala de vídeo, para assistir o filme "Uma viagem fantástica ao corpo humano" e depois fizeram uma redação associando o que aprenderam sobre o sistema cardiovascular ao filme.

A professora elaborou esta sequência enquanto estava em um curso de especialização em Educação em Ciências. Neste curso, professores de ciências da Educação Básica estavam começando a discutir o EnCI. A professora investigada desconhecia tal abordagem e se interessou, buscando inserir elementos daquilo que era discutido no curso em suas aulas de Biologia.

Nesse sentido, se avaliarmos esta sequência sob a perspectiva das etapas do EnCI, por exemplo, as propostas por Pedaste et al. (2015), teremos uma expectativa provavelmente frustrada ao tentar encontrar laços evidentes entre as aulas e o ensino investigativo. Apesar disso, este contexto pode ser útil para compreendermos como grande parte dos docentes brasileiros lidam com as demandas pela inserção do EnCI em suas aulas de ciências. O relato nos ajuda a compreender como uma professora fez um primeiro movimento em sua carreira docente no sentido de conduzir suas aulas inserindo elementos investigativos.

Construção do relato: coleta de dados e descrição

Para coleta de dados, utilizamos as seguintes ferramentas: registro das observações em sala de aula por meio de caderno de campo, gravações em vídeo e áudio (FRANK, 1999). Para orientar nossa descrição das aulas, utilizamos a ferramenta DEEnCI, *Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação*, proposta por Cardoso e Scarpa (2018).

As autoras utilizaram propostas sobre estruturas para o EnCI (eg. BORDA CARULLA, 2012), inserindo adaptações referentes ao ciclo investigativo de

Pedaste e colaboradores (2015), bem como relações com níveis de abertura das atividades investigativas (ver BANCHIN; BELL, 2008). A ferramenta é constituída de categorias mais amplas com cinco “Temas” relacionados a possíveis formas com as quais o professor desenvolve a aula/atividade:

- A. Introdução à investigação;*
- B. Apoio à investigação dos alunos;*
- C. Guia as análises e conclusões;*
- D. Incentivo à comunicação e trabalho em grupo;*
- E. Estágios futuros à investigação.*

Os temas são subdivididos em “Elementos”. Os elementos têm como enfoque o diagnóstico de ações por meios das quais o professor apoia o processo investigativo realizado pelos alunos, constituindo desdobramentos de cada tema. Selecionamos alguns pontos desta caracterização capazes de dar visibilidade às iniciativas da professora na introdução dos elementos do EnCI. Organizamos o relato a partir de três eixos: i) introduzindo e apoiando a investigação dos alunos; ii) guiando as análises, conclusões e o compartilhamento de ideias; e iii) estimulando investigações futuras.

Resultados

Introduzindo e apoiando a investigação dos alunos

Para introduzir e apoiar a investigação dos estudantes (Temas A e B da DEEnCI), a professora utilizou atividades e questões norteadoras (possíveis problemas/ dúvidas em relação ao tema) entre as aulas 1 e 4. Aqui, indicamos como isso aconteceu na aula 1, quando a professora propôs a atividade de desenhar o próprio corpo:

Professora	O tempo passa e o que nós lembramos das aulas de ciências?
	Nesse período o seu corpo também mudou?
Aluna	Eu acho que sim, fiquei mais gorda, são os hormônios?

Retomar lembranças sobre o que foi aprendido em aulas anteriores e pensar sobre as possíveis mudanças do corpo na Aula 1 foi uma forma de introduzir a atividade de produção de desenhos. Nesse caso, o objetivo era despertar o interesse dos alunos para o tema e ter acesso a seus conhecimentos prévios (Tema A).

Itens do Tema B [B1 - Problema e/ou questão de investigação e B2 - Hipótese/previsão], por sua vez, nos indicam um aspecto relevante sobre

como a professora buscava introduzir elementos investigativos em sua prática: promovendo discussões em torno de diferentes questões a cada aula. Diferentemente do que é observado em grande parte das sequências investigativas, quando uma ou algumas perguntas norteiam todo um conjunto de aulas, as aulas sobre o sistema cardiovascular aqui analisadas foram construídas por meio da introdução de diferentes questões a cada aula, seguidas de levantamento de hipóteses. Desse modo, não houve um movimento como aquele previsto no ciclo de Pedaste et al. (2015), no qual uma mesma questão acompanha uma turma ao longo de um conjunto de aulas, culminando na conclusão ao final da sequência.

Utilizamos aqui um exemplo retirado da Aula 2: uma discussão acerca da morfologia da pele humana. O problema estava relacionado às possíveis causas para as “linhas” observadas no corpo (B1). A professora pediu que os estudantes observassem suas próprias mãos, chamando a atenção do grupo para o fenômeno (A) e introduziu a questão. A partir de então, os alunos começaram a levantar suas hipóteses: “*são digitais, bactérias, tendões, sangue, veias, artérias*” (B2). A professora, então, buscou trazer questões para que os estudantes elaborassem melhor suas colocações (B2), por exemplo:

Professora	O que eram veias e artérias?
	Vocês conseguem diferenciá-las, observando a mão e o braço?
Yan	O que eu vejo são artérias?
	Essa coisa dura no meu braço é uma artéria, não é mesmo?
Professora	Nós conseguimos em sala de aula diferenciar artérias de tendões?
	Vocês acham que o Yan está correto?

Esse movimento de introduzir uma pergunta e pedir que os alunos levantassem possíveis hipóteses foi constante entre as aulas 1 e 5. Em geral, os itens B1 e B2 foram acompanhados pelo item B3 (item de Planejamento da investigação). Na Aula 3, por exemplo, o grupo estava discutindo o seguinte problema: “*É possível controlar os batimentos cardíacos por meio da respiração?*” (B1). As hipóteses dos estudantes eram discordantes: um dos alunos disse que “*se o coração bate rápido e a pessoa começa a respirar mais tranquilamente, você usa um aparelho e percebe que ele desacelera*”. Uma colega indicou que “*se você parar de respirar, o coração para*” e outra aluna achava o contrário, “*ele vai acelerar muito*” (B2). Nesse contexto, a aluna Amanda sugeriu um procedimento a ser realizado para gerar dados (B3): um dos colegas de grupo deveria pular na sala, como forma de realizar uma atividade física, e, então, deveriam medidos os batimentos cardíacos do mesmo.

O elemento B4, relacionado à coleta de dados, também apareceu de forma isolada na maioria das aulas. Com relação às discussões da Aula 3, por exemplo, os alunos aprenderam a medir frequência cardíaca utilizando o relógio do celular e sentindo a pulsação (B4) e a professora fazia questões buscando ajudar alunos a relacionar aquele procedimento à investigação (B3), questionando, por exemplo: "***por que vocês estão pegando no pulso?***". Ao sugerirem outros procedimentos, por exemplo, aferir a pressão, ela questionou: "***por que vocês querem usar o medidor de pressão? O que tem a ver a frequência cardíaca com a pressão?***" Desse modo, a professora gerava oportunidades para reflexão sobre a adequação dos métodos propostos aos objetivos da discussão.

Guiando as análises, conclusões e o compartilhamento de ideias

Ao longo das aulas 1 e 5, houve diversas ações da professora no sentido de guiar as análises dos estudantes (Tema C). Utilizamos aqui um exemplo da Aula 3 quando os alunos foram questionados se os batimentos cardíacos deles estavam normais e como eles poderiam analisar se o batimento cardíaco de uma pessoa seria considerado normal. Ao analisarem os valores registrados por eles, a professora considerou o valor alto, sabendo que os estudantes já haviam utilizado um site de pesquisa e sabiam que o valor normal para a população brasileira na idade deles era de 80 a 100 bat/min. Isso gerou outra pergunta da professora, encorajando os alunos a pensar sobre os dados: "***Vocês estavam em sala? Qual foi a aula que vocês tiveram antes?***" E eles responderam: "***Educação Física***".

Os alunos, então, propuseram a realização da medição dos batimentos cardíacos, durante outros momentos da aula, para concluir se as aulas de educação física tiveram influência. A professora estimulou o grupo a organizar as conclusões sobre essa questão: "***Vocês são capazes de dizer se a atividade física teve relação direta com a com a frequência cardíaca? O que vocês esperam ser uma frequência cardíaca considerada normal, analisando o quadro com as anotações de vocês?***". Ao final das discussões, a professora ainda ajudou os alunos a pensarem sobre os processos de coleta e análise: "***Vocês realizariam esta atividade de forma diferente?***". E os alunos indicaram que "***sim, teríamos a sua aula primeiro e depois a Educação Física***".

O incentivo à comunicação e ao trabalho em grupo, Tema D, esteve presente entre as aulas 1 e 5. Utilizamos aqui dois exemplos. Na Aula 2, o aluno Alex disse: "***professora, o sangue dá cor à pele, então a estrutura***

dura provavelmente é um nervo". Então, a professora perguntou para a turma: *"qual a função do nervo? Vocês concordam com o posicionamento do Alex?"*. Na Aula 3, a professora perguntou: *"vocês concordam com a hipótese relatada pela Ana? Existe outra forma de realiza -lá?"*. A professora estava sempre perguntando se os grupos concordavam com situação apresentada ou com as opiniões uns dos outros.

Estimulando investigações futuras

Finalmente, o Tema E, estágios futuros à investigação, foi observado ao final de cada aula quando alguma questão nova surgia e permanecia em aberto para discussão na próxima aula ou quando a professora propunha uma tarefa que abria oportunidades para investigações futuras.

Na Aula 2, por exemplo, a professora perguntou o que mais gostariam de saber a respeito do tema discutido na aula e alguns alunos começaram a perguntar: *"quando eu machuco o que eu preciso fazer?"* Essa pergunta surgiu quando o aluno Saulo relatou que havia cortado o dedo, sangrava muito e que não conseguia movimentá-lo. Então foi sugerido pela professora um estudo de caso intitulado *"como tampar um ferimento ?"* Desse modo, a análise indica uma constante tentativa da professora em inserir elementos considerados importantes no EnCI. O estímulo a investigações futuras ao final de cada aula foi um dos fatores que contribuiu para que os elementos do EnCI se organizassem de forma isolada em cada aula.

Conclusões

Este relato de experiência docente evidencia os seus primeiros passos de uma professora experiente de Biologia ao utilizar o Ensino de Ciências por Investigação em suas aulas. Foi possível perceber que grande parte dos elementos investigativos mobilizados pela professora apareceram de forma isolada, aula a aula. Isso nos ajuda a pensar no modo como professores mais experientes e sem contato com o EnCI iniciam sua apropriação no uso da abordagem investigativa: inserções mais pontuais em cada aula, ao invés de elementos sequenciais ao longo de um conjunto de aulas.

Outro aspecto relevante foi o esforço contínuo da professora em promover uma participação ativa dos estudantes, o que foi evidenciado por uma série de questionamentos ao que os alunos diziam, visibilidade para opiniões discordantes entre colegas e demanda por justificativas das falas dos alunos. Este resultado nos indica o modo como a professora materializou,

no contexto das aulas, a compreensão de que o EnCI demanda um posicionamento ativo dos estudantes e sua liberdade intelectual, aspectos centrais para esta abordagem, conforme indicado por Carvalho (2018). Esse processo foi relatado pela professora como sendo bastante desafiador.

Apesar de as atividades não terem sido avaliadas com notas, os alunos tentavam pesquisar as respostas em diversas fontes, especialmente nas primeiras aulas. As primeiras aulas nos pareceram importantes para criar um contexto instrucional diferenciado em que os estudantes tiveram que sair de sua “zona de conforto” e criar segurança para expressar as suas próprias opiniões durante o processo de ensino.

Agradecimento

Agradecemos ao financiamento do CNPq (Nº do processo: 440765/2019-6).

Referências

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular* (Terceira Versão). Ministério da Educação, Brasília, DF: MEC, 2017.

BANCHI, H.; BELL, R. The Many Levels of Inquiry. *Science and Children*, 26–29, 2008.

BORDA CARULLA, S. *Tools for Enhancing Inquiry in Science Education*. Montrouge, France: Fibonacci Project.2012.

CARDOSO, M. J. C.; SCARPA, D. L. Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI): Uma Ferramenta de Análise de Propostas de Ensino Investigativas. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 18, n. 3, p. 1025–1059, 2018.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. *Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências*, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018.

FRANK, C. *Ethnographic Eyes: A Teacher’s Guide to Classroom Observation*, Portsmouth, ME: Heinemann, 1999.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 9, n. 1, p. 72–89, 2007. <https://doi.org/10.1590/1983-21172007090107>

PEDASTE, Margus; MÄEOTS, Mario; SIIMAN, Leo A.; JONG, Ton de; VAN RIESEN, Siswa A. N.; KAMP, Ellen T.; MANOLI, Constantinos C.; ZACHARIA, Zacharias C.; TSOURLIDAKI, Eleftheria. Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, v. 14, p. 47–61, 2015.

SÁ, E. F. de, PAULA, H. de F, LIMA, M. E. C.; AGUIAR, O. G. de. As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de ciências. In: *Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, 6, Florianópolis, SC, Atas..., 2007.

ZÔMPERO, A.; LABURÚ, C. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 13, n. 3, p. 67–80, 2011.

WINDSCHITL, M.; BRAATEN, M.; THOMPSON, J.; STROUPE, D. Proposing a core set of instructional practices and tools for teachers of science. *Science Education*, v. 96, p. 878–903, 2012.