

# Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI): Uma Ferramenta de Análise de Propostas de Ensino Investigativas

## Diagnosis of Inquiry-Based Science Teaching Elements (DEEnCI): An analysis framework for investigative teaching strategies

Milena Jansen Cutrim Cardoso  Brasil  
Daniela Lopes Scarpa  Brasil

Este trabalho apresenta e avalia uma ferramenta de análise de propostas de ensino investigativas. A ferramenta Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI) reúne aspectos relacionados à estrutura da investigação, ao nível de abertura de atividades investigativas e às ações docentes que oferecem suporte aos estudantes no seu envolvimento com processos investigativos. A avaliação amparada pela ferramenta DEEnCI permite que seja evidenciado o envolvimento dos estudantes em diferentes momentos de uma investigação e as relações entre esses momentos, possibilitando que se examine como a atuação do professor contribui para o desenvolvimento do ensino de ciências por investigação. A análise de planos e de transcrições de aulas referentes a uma sequência didática planejada e ministrada por licenciandos participantes de um programa de formação inicial revelou que é possível utilizar a ferramenta DEEnCI na análise de diferentes fontes de dados, o que permite uma ampliação das alternativas de análise de propostas de ensino investigativas.

**Palavras-chave:** Ensino de Ciências por Investigação; Ferramenta de Análise; Ações Docentes.

This work aims to propose and evaluate an analysis framework for investigative teaching strategies. The framework, Diagnosis of Inquiry-Based Science Teaching Elements (DEEnCI)<sup>1</sup>, brings together aspects related to the inquiry-based structure, the level of openness of investigative strategies and the teaching actions that support students in their involvement with inquiry-based processes. The DEEnCI framework enables the analysis of students' involvement in different inquiry stages and the interaction between these stages, making it possible to analyze how teacher's actions contribute to the development of inquiry-based science teaching. A detailed analysis of lesson plans

---

1 Acronym in Portuguese for Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação.

and class transcripts related to a didactic method planned and held by pre-service teachers that integrated an initial training program revealed that it is possible to use the DEEnCI framework in the analysis of different data sources, allowing the expansion of the alternatives of analysis of investigative teaching strategies.

**Keywords:** Inquiry-Based Science Education; Analysis Framework; Teachers' Actions.

## Introdução

O Ensino de Ciências por Investigação (EnCI) busca inserir em sala de aula a utilização de práticas de questionamento, de investigação e de resolução de problemas, com o propósito de levar à compreensão sobre como funcionam as ciências, ao mesmo tempo em que oferece meios para a discussão de conceitos, noções e modelos científicos com os estudantes (Deboer, 2006; Sasseron, 2015). O EnCI possibilita, então, a promoção de práticas e habilidades cognitivas semelhantes às das comunidades científicas, mas apropriadas às motivações típicas do ambiente escolar (Schwartz, & Crawford, 2006).

Pesquisas indicam que o EnCI tem sido desenvolvido em sala de aula de maneira simplificada, focando principalmente em aspectos práticos do fazer científico, como a coleta e análise de dados, em detrimento de elementos relacionados ao engajamento em questões investigativas, ao trabalho com os conhecimentos conceituais e à justificação e discussão de ideias (e.g. Asay, & Orgill, 2010; Krämer, Nessler, & Schlüter, 2015; Windshilt, 2004). Os professores podem apresentar dificuldades em compreender o que é e em definir que aspectos estão relacionados ao EnCI e, por isso, desenvolvê-lo de maneira inadequada em sala de aula (Lakin, & Wallace, 2015; Seung, Park, & Jung, 2014).

Por isso, ferramentas que auxiliem na análise, elaboração e revisão de propostas de ensino investigativas podem ser instrumentos importantes para orientar o trabalho de professores (Asay, & Orgil, 2010). O desenvolvimento de instrumentos de análise de aulas investigativas possibilita também o processo de levantamento, avaliação e sistematização de conhecimentos sobre como os professores entendem e empregam a abordagem investigativa, informações que podem subsidiar ações de suporte e formação a professores na implementação do EnCI (Borda Carulla, 2012; Delclaux, & Saltiel, 2013). Assim, este trabalho busca apresentar e avaliar uma ferramenta de análise de propostas de ensino investigativas. As ideias sobre EnCI consideradas no desenvolvimento da ferramenta são apresentadas na próxima seção.

## Aspectos do Ensino de Ciências por Investigação

O processo de construção de conhecimento científico é complexo e, por isso, é necessário que haja formas pedagógicas de trabalhar essa complexidade no ambiente escolar. Uma maneira é dividir o processo científico em etapas, fases ou atividades-chave, que estabelecem guias para os estudantes no processo investigativo e que destacam as características importantes do raciocínio científico (Pedaste et al., 2015). Essas

unidades podem ser relacionadas de maneira a construir ciclos ou sequências de ensino, que organizam a estrutura de uma proposta de ensino investigativa (Carvalho, 2013; Pedaste et al., 2015). O estabelecimento de uma estrutura não implica, no entanto, em uma maneira única, fixa e linear para o desenvolvimento de investigações no contexto escolar, considerando que diversas possibilidades de contextualização e conexão entre os elementos podem ser realizadas pelo professor ao planejar e implementar o EnCI em sala de aula (Pedaste et al., 2015).

Em recente revisão sistemática sobre ciclos investigativos, Pedaste et al. (2015) identificaram os aspectos considerados na literatura como importantes na estruturação de atividades de ensino investigativas. De acordo com o levantamento feito pelos autores, o EnCI deve proporcionar o envolvimento dos estudantes com a resolução de problemas e questões; geração de hipóteses; coleta, análise e interpretação de dados; construção de conclusões; comunicação e reflexão acerca do processo investigativo; e continuidade do processo investigativo. Esses aspectos são detalhados a seguir.

A resolução de problemas ou questões de pesquisa é considerado como um aspecto central na abordagem do EnCI (Deboer, 2006). Os problemas e questões investigativas estimulam a curiosidade e estabelecem um desafio de aprendizagem aos estudantes (Pedaste et al., 2015). São eles que oferecem o foco, a direção e o propósito para o trabalho pedagógico, organizando e direcionando as atividades e levando ao desenvolvimento de entendimentos sobre os conceitos científicos chaves associados à investigação (Krajcik, & Mamlok-Naaman, 2006; NRC, 2000). Assim, problemas e questões devem focar em objetos, organismos e eventos do mundo natural; estar relacionados a conceitos científicos; e levar a investigações que permitam o uso de dados para desenvolver explicações (NCR, 2000).

Na proposição de possíveis respostas ao problema ou questão de investigação, pode-se definir uma ideia a ser testada durante a investigação. Nesse processo, os estudantes mobilizam os conhecimentos que já têm para formular hipóteses e propor maneiras de solucionar o problema, devendo argumentar e justificar as ideias apresentadas (Souza, Akahoshi, Marcondes, & Carmo, 2013). Windschitl (2004) salienta que a geração de hipóteses pelos estudantes deve também ser guiada por conceitos, teorias e modelos científicos, permitindo que a investigação cumpra o papel de suportar, revisar ou refutar ideias científicas. Segundo Borda Carulla (2012), mesmo que os alunos não sejam capazes de construir hipóteses com base em conhecimentos científicos estáveis, eles devem ser encorajados a fazer previsões com base nas suas experiências anteriores e justificá-las, com o objetivo de diferenciá-las de simples palpites. Hipóteses podem ser definidas como explicações provisórias envolvendo variáveis teóricas que responderiam à questão de investigação, enquanto que as previsões são o resultado concreto esperado a ser obtido com a realização de um teste (de Jong, 2006; Lawson, 2004). Portanto, hipóteses e previsões envolvem processos diferentes de raciocínio científico. Apesar das suas diferenças, o estabelecimento de hipóteses e/ou previsões pode auxiliar na aprendizagem, ao propiciar a exposição, justificação e teste das ideias formuladas pelos

alunos.

A busca de dados e informações para a resolução de problemas ou questões e para o teste das ideias desenvolvidas pelos alunos pode envolver procedimentos investigativos experimentais ou exploratórios (Pedaste et al., 2015). Os experimentos são uma forma controlada de testar e manipular objetos de interesse, enquanto outros fatores são mantidos constantes (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, & Schwartz, 2002). Relacionando os experimentos aos procedimentos em que o controle de variáveis é realizado, pode-se entender as explorações como os tipos de investigação em que isso não ocorre. Isso quer dizer que uma diversidade de estratégias e modalidades didáticas pode ser utilizada no EnCI, devendo-se levar em conta as particularidades de cada situação investigativa (Scarpa, & Silva, 2013).

Os dados obtidos devem ser analisados e interpretados, dando sentido às informações coletadas e sintetizando novos conhecimentos (Pedaste et al., 2015). É na realização desses processos que os alunos são engajados na proposição de explicações que conectam as evidências coletadas às ideias científicas sobre o tema, levando à consolidação de novas informações e conhecimentos (Borda Carulla, 2012). De acordo com essa autora, a análise e interpretação de dados e o desenvolvimento de explicações são ações que ajudam no estabelecimento de conclusões sobre a investigação.

Nas atividades investigativas, é importante que haja a comunicação das novas informações obtidas pelos alunos (Zômpero, & Laburú, 2011). É na tentativa de fazer as ideias inteligíveis aos outros, ou justificar um ponto de vista usando evidências, que os alunos examinam suas ideias criticamente, o que evidencia a importância da ocorrência da comunicação em sala de aula (Borda Carulla, 2012). Esse processo pode ocorrer durante toda a investigação, iniciando junto ao desenvolvimento da questão norteadora e terminando no processo de apresentação de resultados e conclusões (Bell, Urhahne, Schanze, & Ploetzner, 2010).

Além da comunicação, outro processo que pode ocorrer durante e/ou ao fim da investigação é a reflexão, definida como o processo de descrever, criticar, avaliar e discutir a investigação (Pedaste et al., 2015). Tarefas complexas, como as envolvidas na investigação, exigem que os aprendizes consigam acompanhar seu próprio progresso por meio de recursos cognitivos que permitam a checagem de erros e a sua correção, quando necessário (Deboer, 2006). Flick e Lederman (2006) enfatizam que a reflexão é necessária para que os alunos compreendam a natureza do trabalho científico em que estão engajados.

A investigação realizada pode levar à geração de outros problemas ou questões, a serem resolvidos na investigação corrente ou em outras subsequentes. Também pode haver a continuidade do trabalho com os conhecimentos construídos durante a investigação por meio da sua aplicação em outras situações (Pedaste et al., 2015). A partir de atividades com esse foco, os estudantes podem identificar a utilidade do conhecimento construído do ponto de vista social (Carvalho, 2013).

Considerando os aspectos de EnCI apresentados, o seu desenvolvimento em

sala de aula tem o potencial de promover um processo de aprendizado mais ativo pelos alunos, por oportunizar o seu protagonismo na busca de soluções para problemas e/ou questões e, a partir disso, construir conhecimentos sobre ciências (Artigue, Dillon, Harlen, & Léna, 2012). Mas, para o efetivo engajamento intelectual em atividades investigativas, o professor deve considerar o grau de autonomia dos estudantes no envolvimento com os diferentes aspectos do EnCI. Conforme observa Deboer (2006), se o processo investigativo for altamente prescrito pelo professor, o envolvimento dos alunos com o fenômeno a ser investigado pode não ocorrer de maneira satisfatória; por outro lado, se a abordagem for muito aberta, os estudantes podem se perder nas suas investigações. A relação entre a quantidade de direcionamento do professor e o grau de autonomia dos alunos em atividades investigativas é conhecida como nível de abertura. De acordo com classificações realizadas por Tamir (1989) e Banchi e Bell (2008), nos níveis de investigação mais estruturados, o professor fornece as informações relativas à elaboração de questão, definição de procedimentos e busca de soluções para os alunos; em níveis mais abertos, os alunos são os responsáveis pela tomada de decisões e ações.

Mesmo em investigações abertas, em que a autonomia do aluno é maior, os alunos não realizam os processos investigativos sozinhos. As ações dos professores em aulas investigativas são fundamentais para apoiar o desenvolvimento da investigação pelos alunos, dando condições para que a aprendizagem ocorra. É o professor o responsável por orientar a investigação, fazendo uso construtivo do conhecimento prévio dos alunos, incentivando a formulação de hipóteses, promovendo condições para a busca de dados, auxiliando discussões que envolvam pequenos grupos ou a sala toda, encorajando a consideração de pontos de vista alternativos, ajudando na conexão entre as ideias dos alunos e conhecimentos cientificamente aceitos e orientando atividades nas quais os alunos reconhecem as razões de seus procedimentos (Maaß, & Artigue, 2013; Trivelato, & Tonidandel, 2015). Assim, o gerenciamento da classe e o planejamento das interações didáticas entre alunos e colegas e entre professor e alunos são aspectos fundamentais na implementação do EnCI (Carvalho, 2013).

A partir das características do EnCI apresentadas, entende-se que o desenvolvimento de propostas de ensino investigativas efetivas envolve a consideração de aspectos relacionados à estrutura da investigação, de maneira que a atividade contemple as etapas importantes na promoção de raciocínio científico; ao nível de abertura da investigação, garantido aos estudantes autonomia adequada ao desenvolvimento das investigações; e às ações docentes que oferecem suporte aos estudantes e que mediam o seu envolvimento com a investigação. Esses aspectos estão relacionados tanto ao delineamento da proposta de ensino investigativa, quanto ao seu desenvolvimento em sala de aula, uma vez que o sucesso da aplicação de uma atividade investigativa está diretamente relacionado ao seu planejamento pelo professor (Almeida, & Sasseron, 2013).

A partir dos aspectos de EnCI discutidos, são objetivos deste trabalho: (1) apresentar uma ferramenta de análise de propostas de ensino investigativas que considere

a estrutura do EnCI, o nível de autonomia dos estudantes e as ações docentes em aulas investigativas; (2) avaliar o uso da ferramenta construída por meio da análise de fontes de dados relacionados ao planejamento e à implementação do EnCI em sala de aula.

## **Ferramenta Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI)**

A ferramenta Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI), apresentada neste trabalho, foi elaborada a partir da tradução e adaptação de um instrumento de análise desenvolvido por Borda Carulla (2012). O instrumento *Diagnostic Tool for Continuing Professional Development (CPD) Providers* foi desenvolvido com o objetivo de oferecer subsídios para que formadores pudessem avaliar a implementação do EnCI em contextos de formação continuada de professores. O instrumento traz 38 categorias, organizados em três seções:

- Seção A: Interações entre professor e aluno, dividida nas subseções (1) Construindo as ideias dos alunos, (2) Apoiando as investigações dos alunos e (3) Guiando análises e conclusões;
- Seção B: Atividades dos alunos, dividida nas subseções (4) Condução de investigações e (5) Trabalhando com os outros;
- Seção C: Registros dos alunos, dividida nas subseções (6) Registros que os alunos fazem do seu trabalho e (7) Registros escritos dos alunos.

Cada categoria é acompanhada por um campo com explicações e exemplos de como ela pode ser identificada. Também há espaços para que o avaliador indique se a categoria ocorreu, não ocorreu ou não era adequada ao contexto observado e faça comentários que forneçam evidências para explicar ou qualificar a avaliação. As categorias, explicações e exemplos apresentados no instrumento, bem como a sua estrutura e forma de avaliar, inspiraram a ferramenta de análise apresentada nesta pesquisa, que manteve muitas das características originais.

As leituras iniciais do instrumento e a sua tradução para o português mostraram que algumas categorias focavam na atuação do professor, enquanto outras estavam relacionadas às atividades que os alunos desenvolviam durante as aulas. Como a intenção de pesquisa era focar na forma como o professor orienta os estudantes durante as investigações, foram retiradas as categorias que estavam centradas na análise dos alunos.

De posse das categorias restantes, verificou-se que alguns aspectos importantes na estrutura do EnCI não estavam sendo contemplados, como: o trabalho com situações problemáticas, o desenvolvimento de hipóteses, a utilização de metodologias não experimentais para a coleta de evidências e a análise de dados. Além disso, as categorias existentes privilegiavam investigações abertas, aquelas em que os estudantes são os responsáveis pela elaboração de questão, definição de procedimentos e busca

de soluções, desconsiderando a possibilidade da investigação ser mais estruturada, em que cabe ao professor o estabelecimento das questões e os modos de investigá-las. É importante observar que os estudantes podem apresentar diferentes graus de autonomia no EnCI, pois isso permite que o professor adeque a sua proposta de acordo com as características dos seus alunos e do seu contexto de atuação (Munford, & Lima, 2007). Todos esses pontos foram ajustados através da adaptação das categorias já existentes ou da criação de novas categorias. No processo de adaptação e construção de categorias, foram utilizadas ideias sobre estrutura de ciclo investigativo presentes em Pedaste et al. (2015) e sobre níveis de abertura de atividades investigativas propostas em Banchi e Bell (2008).

A ferramenta, com as adaptações realizadas, foi então submetida à validação de conteúdo, processo que busca verificar se os itens de um instrumento medem adequadamente um domínio de conteúdo pretendido (Grant, & Davis, 1997). Para isso, duas especialistas externas à pesquisa foram convidadas. As especialistas eram pesquisadoras doutoras em Educação, cujas trajetórias de pesquisa se relacionavam ao EnCI. A avaliação realizada analisou a ferramenta como um todo e as suas categorias quanto à: relevância, isto é, se elas eram representativas e de fato se relacionavam ao EnCI; clareza, ou seja, se elas eram compreensíveis e expressavam adequadamente o que se esperava analisar; e adequação das categorias aos temas e subtemas aos quais elas foram subordinadas. Esses três critérios são recomendações de Grant e Davis (1997) para a execução da validação de conteúdo por especialistas. Esse procedimento foi realizado em reuniões individuais entre as especialistas e a primeira autora deste trabalho. Os ajustes sugeridos pelas especialistas foram considerados, o que levou a um processo de inclusão, exclusão, reelaboração e reorganização das categorias propostas na ferramenta. A versão final da ferramenta DEEnCI é apresentada na Figura 1.

Itens		Explicações ou exemplos	Avaliação e comentários		
Tema	Elemento		P	A	NA
A. Introdução à investigação	A1 O professor estimula o interesse dos alunos sobre um tópico de investigação	Os alunos são introduzidos a um tópico de investigação, têm o interesse despertado e/ou são engajados em um desafio. O tópico pode ser estabelecido pelo professor ou alunos. Para isso, o professor pode, por exemplo, estimular a exploração ou observação de fenômenos científicos, incentivar a leitura de teorias ou sondar as ideias ou experiências prévias dos alunos sobre o que será investigado.	P	A	NA

Figura 1. Ferramenta DEEnCI (P – presente, A – ausente, NA – não aplicável) (continua)

Itens		Explicações ou exemplos	Avaliação e comentários		
Elementos			P	A	NA
B. Apoio à investigação dos alunos	B1. Problema/questão	B1.1 Há a definição de problema e/ou questão de investigação	P	A	NA
		B1.2 O professor envolve os alunos na definição do problema e/ou questão de investigação	P	A	NA
	B2. Hipótese/previsão	B2.1 Há a definição de hipótese e/ou previsão para a investigação	P	A	NA
		B2.2 O professor envolve os alunos na definição de hipótese e/ou previsão	P	A	NA
		B2.3 O professor envolve os alunos na justificação da hipótese e/ou previsão definida	P	A	NA

Figura 1. Ferramenta DEEnCI (P – presente, A – ausente, NA – não aplicável) (continua)

Itens		Explicações ou exemplos	Avaliação e comentários		
Tema	Elemento		P	A	NA
B. Apoio à investigação dos alunos	B3. Planejamento	B3.1 Há a definição de procedimentos de investigação	P	A	NA
		B3.2 O professor envolve os alunos na definição dos procedimentos de investigação	P	A	NA
		B3.3 Os procedimentos de investigação definidos são apropriados ao problema e/ou questão	P	A	NA
	B4. Coleta de dados	B4.1 Há a coleta de dados durante a investigação	P	A	NA
		B4.2 O professor envolve os alunos na coleta dados	P	A	NA
		B4.3 O professor ajuda os alunos a manter notas e registros durante a coleta de dados	P	A	NA

Figura 1. Ferramenta DEEnCI (P – presente, A – ausente, NA – não aplicável) (continua)

Itens		Explicações ou exemplos	Avaliação e comentários		
Tema	Elemento		P	A	NA
B. Apoio à investigação dos	B4. Coleta de dados	B4.4 O professor encoraja os alunos a checar os dados	P	A	NA
		B4.5 Os dados coletados permitem o teste da hipótese e/ou previsão	P	A	NA
C. Guia as análises e conclusões	C1 O professor encoraja os alunos a analisar os dados coletados	Dar sentido aos dados coletados, através de análises simples ou complexas que gerem resultados. O professor pode pedir que os alunos encontrem padrões, integrem diferentes tipos de dados, modelem e outros.	P	A	NA
	C2 O professor encoraja os alunos a elaborar conclusões	O professor incentiva os alunos a formular conclusões a partir dos resultados.	P	A	NA
	C3 O professor encoraja os alunos a justificar as suas conclusões com base em conhecimentos científicos	O professor incentiva os alunos a explicar os seus resultados e conclusões à luz de ideias científicas relacionadas à investigação. A conclusão explicita essas informações e/ou há a discussão de conceitos, teorias ou leis que justificam a sua formulação.	P	A	NA
	C4 O professor encoraja os alunos a verificar se as suas conclusões estão consistentes com os resultados	O professor incentiva os alunos a checar se as suas observações e resultados são consistentes com a conclusão.	P	A	NA
	C5 O professor encoraja os alunos a comparar as suas conclusões com a hipótese e/ou previsão	O professor incentiva os alunos a relembrar sua hipótese e/ou previsão e a comparar com as conclusões.	P	A	NA
	C6 O professor encoraja os alunos a considerar as suas conclusões em relação ao problema e/ou questão de investigação	O professor incentiva os alunos a discutir se ou como as conclusões da investigação ajudam a resolver o problema e/ou responder à questão de investigação.	P	A	NA
	C7 O professor encoraja os alunos a refletir sobre a investigação como um todo	Algumas perguntas que o professor pode fazer para propiciar a reflexão são: “você acha que essa foi a melhor forma de investigar...?”, “o que você mudaria se fizesse a investigação de novo?”, “os mesmos resultados seriam obtidos se a investigação fosse feita de novo?”	P	A	NA

Figura 1. Ferramenta DEEnCI (P – presente, A – ausente, NA – não aplicável) (continua)

Itens		Explicações ou exemplos	Avaliação e comentários		
Tema	Elemento		P	A	NA
D. Incentivo à comunicação e ao trabalho em grupo	D1 O professor encoraja os alunos a trabalhar de forma colaborativa em grupo	O professor incentiva o trabalho coletivo, propondo que todos os alunos dos grupos participem das atividades, dividam materiais, se organizem na realização das tarefas e discutam sobre o que estão fazendo e como explicar os achados.	P	A	NA
	D2 O professor encoraja os alunos a relatar o seu trabalho	O professor incentiva os alunos a relatar ou apresentar seus achados e conclusões da investigação a outros grupos, à classe, à comunidade escolar.	P	A	NA
	D3 O professor encoraja os alunos a se posicionar frente aos relatos dos colegas sobre a investigação	O professor incentiva os alunos a responder, se perguntados, ao que foi relatado pelos colegas, a fazer questões para entender melhor os relatos de achados e conclusões dos colegas e concordar ou discordar do que foi relatado.	P	A	NA
E. Estágios futuros à investigação	E1 O professor encoraja os alunos a aplicar o conhecimento adquirido em novas situações	Há momentos em que os alunos aplicam ou expandam o conhecimento obtido na investigação, trabalhando com ele em novas situações, em contextos relacionados ao dia-a-dia ou na resolução de problemas práticos.	P	A	NA
	E2 O professor encoraja os alunos a identificar ou elaborar mais problemas e/ou questões a partir da investigação	Isso pode ser feito perguntando aos alunos o que mais eles gostariam de saber o tópico de investigação e discutindo outras questões que surgirem durante a investigação.	P	A	NA

**Figura 1.** Ferramenta DEEnCI (P – presente, A – ausente, NA – não aplicável)

A ferramenta DEEnCI apresenta 26 categorias relacionadas a aspectos da estrutura do EnCI, nível de autonomia dos estudantes e ações docentes em aulas investigativas. Essas categorias foram identificadas como elementos do EnCI e compõem a primeira coluna da ferramenta, nomeada como “Itens”. Considerando que é a forma como o professor planeja e atua em sala de aula que define se o ambiente de aprendizagem vivenciado pelos estudantes é investigativo, os elementos do EnCI focam principalmente no diagnóstico de como o professor apoia o processo de investigação realizado pelos alunos. Os elementos estão organizados nos temas:

- (A) Introdução à investigação: contém um elemento que busca verificar a ocorrência de estímulo ao interesse dos alunos acerca de um tópico de investigação;
- (B) Apoio às investigações dos alunos: com 13 elementos organizados nos subtemas problema/questão, hipótese/previsão, planejamento e coleta de dados. Essa subdivisão permite examinar a presença de etapas investigativas relacionadas a esses subtemas na proposta analisada, bem como analisar o grau de envolvimento

dos estudantes no desenvolvimento dessas etapas;

- (C) Guia as análises e conclusões: apresenta sete elementos que possibilitam a identificação da presença de etapas relacionadas à análise e interpretação de dados, ao desenvolvimento de conclusões e explicações e à reflexão sobre a investigação como um todo e sobre etapas específicas;
- (D) Incentivo à comunicação e ao trabalho em grupo: traz três elementos que auxiliam na avaliação da ocorrência de trabalho coletivo na comunicação e construção de conhecimentos;
- (E) Estágios futuros à investigação: com dois elementos que ajudam na identificação de ações do professor que permitam a continuidade do trabalho com os conhecimentos construídos durante a investigação.

Na segunda coluna da ferramenta, há explicações e/ou exemplos relacionados a cada um dos elementos. As explicações ou exemplos funcionam como indicadores que, ao serem encontrados no material analisado, revelam que aquele elemento ao qual eles se referem esteve presente na aula. Eles não descrevem exaustivamente ou encerram todas as possíveis manifestações do elemento, mas ajudam a entender como o elemento pode ser reconhecido.

Cada elemento pode ser avaliado como presente, ausente ou não aplicável e podem ser feitos, ainda, comentários que exemplifiquem, justifiquem ou qualifiquem a sua avaliação. O espaço para essa análise está disponível na última coluna da ferramenta, nomeada como “Avaliação e comentários”. Um elemento é indicado como presente, quando indícios de sua ocorrência forem encontrados no material analisado; ausente, quando não houver informações que indiquem a presença do elemento; ou como não aplicável, quando não for pertinente ou possível fazer a sua avaliação. Algumas situações em que o elemento pode ser considerado como não aplicável são:

- O elemento não ser importante no contexto analisado, como a não relevância do elemento A1 se o interesse dos alunos existir de aulas e estudos prévios;
- Um elemento ausente inviabilizar a análise de outro elemento, relacionado a ele. Por exemplo, quando não há o estabelecimento de hipótese e/ou previsão durante a investigação (elemento B2.1), não é pertinente analisar se o professor envolveu os alunos na sua comparação com as conclusões (elemento C5);
- O elemento não ser detectável no tipo de documento explorado. Por exemplo, no caso de o problema e/ou questão e os procedimentos de investigação não serem planejados previamente pelo professor, não é cabível avaliar em documentos de planejamento o elemento B3.3, pois não será possível verificar se a coleta de dados é feita através de procedimentos apropriados ao problema e/ou questão de investigação.

Os aspectos relativos à estrutura, ao nível de abertura e às ações docentes

que oferecem suporte aos estudantes durante a investigação devem ser considerados no planejamento e na implementação do EnCI em sala de aula. Assim, é possível que a ferramenta DEEnCI auxilie na análise de diferentes materiais relacionados ao desenvolvimento de propostas investigativas, como planejamentos, transcrições e relatórios descritivos de aulas. Essa possibilidade oferece flexibilidade no desenvolvimento de pesquisas, uma vez que permite que o pesquisador utilize a ferramenta DEEnCI em contextos que enfoquem aspectos mais relacionados ao planejamento de uma proposta de ensino investigativa ou que se concentrem no seu desenvolvimento em sala de aula. Além disso, o processo de triangulação, realizado a partir do uso de diferentes métodos de coletas de dados no estudo de um fenômeno (Cohen, Manion, & Morrison, 2004), pode ser apoiado pela utilização de uma ferramenta que possibilite a análise de diferentes tipos de documentos, o que contribui com a comparação e síntese de dados de várias fontes.

## **O caso analisado**

Para avaliar o uso da ferramenta proposta, são utilizados neste trabalho os dados referentes a aulas desenvolvidas por licenciandos participantes de um programa que objetivava a aproximação dos professores em formação inicial ao EnCI. O programa de formação inicial era desenvolvido em um curso de licenciatura em Ciências Biológicas de uma universidade estadual da cidade de São Paulo. As atividades de formação desenvolvidas no programa eram orientadas por duas professoras coordenadoras, docentes do curso de licenciatura em Ciências Biológicas da universidade em que o programa era desenvolvido, e por um professor supervisor, docente de uma escola estadual da cidade de São Paulo.

Um grupo de licenciandos desse programa foi acompanhado, para fins de pesquisa, durante o ano de 2015<sup>2</sup>. O grupo era composto por sete licenciandos, sendo dois homens e cinco mulheres, que estavam em diferentes etapas da graduação e que apresentavam experiências diversas relacionadas à docência. Para a maioria dos licenciandos acompanhados, o programa representou o primeiro contato docente com o EnCI.

Como uma das atividades do programa, os licenciandos elaboraram uma sequência didática baseada na abordagem do EnCI. A sequência desenvolvida foi intitulada “Todos sentimos o mundo da mesma maneira?” e abordava temas relacionados aos sentidos humanos. Ela foi planejada pelo grupo de licenciandos, com o auxílio das professoras coordenadoras e do professor supervisor. A sequência foi ministrada em uma turma de 9º ano do ensino fundamental, cujo professor supervisor era o docente da disciplina de ciências e que foi acompanhada pelos licenciandos durante todo o ano letivo de 2015. A turma era composta por 35 estudantes, que não estavam familiarizados com a abordagem de ensino investigativa.

---

2 Os dados analisados nesse trabalho referem-se à pesquisa de mestrado da primeira autora. O projeto registrado em Comitê de Ética apresenta CAAE número 53843215.9.0000.5464.

A sequência didática foi dividida em blocos sobre os sentidos audição, visão, tato e paladar/olfato; em cada bloco, foi proposta uma investigação independente da realizada nos demais blocos. Neste trabalho, são utilizados os dados referentes ao bloco de aulas sobre audição, por este ter sido o bloco com mais elementos do EnCI identificados (Cardoso, 2018), o que possibilita apresentar de maneira detalhada a utilização da ferramenta DEEnCI como instrumento de análise. As fontes de dados para este estudo foram dois tipos de documentos relacionados às aulas do sentido audição: o plano de aulas elaborado pelos licenciandos e as transcrições<sup>3</sup> de áudios e vídeos das aulas ministradas pelos licenciandos. Desse modo, foram utilizados documentos relativos ao planejamento e ao desenvolvimento das aulas na turma, permitindo apresentar de que forma os materiais podem ser analisados pela ferramenta DEEnCI e avaliar o uso da ferramenta na análise de dados de fontes diferentes. A ferramenta DEEnCI foi utilizada neste trabalho unicamente como instrumento metodológico de análise de dados, não tendo sido apresentada aos licenciandos.

Os dois tipos de materiais foram analisados individualmente. Primeiramente, foi realizada a leitura do material em sua totalidade. Após, procedeu-se com o processo de categorização, que envolveu a seleção de trechos do material que indicavam a presença de um determinado elemento. Nesse processo, houve o preenchimento da ferramenta DEEnCI para o plano e para as transcrições, o que permitiu a sumarização dos elementos identificados como presentes, ausentes e não aplicáveis, bem como a seleção de exemplos e a elaboração de justificativas para a categorização feita. A descrição e análise da proposta de ensino avaliada é apresentada na próxima seção.

## **Descrição e análise de proposta de ensino investigativa com a ferramenta DEEnCI**

A proposta dos licenciandos para as aulas sobre o tema audição era trabalhar de maneira investigativa sobre o tema propagação do som. O seu desenvolvimento ocorreu em duas aulas de 50 minutos cada, realizadas no mesmo dia, embora não em horários consecutivos. Na primeira aula, os licenciandos apresentaram uma pergunta norteadora aos alunos, que foi seguida pela realização de uma atividade prática e de discussões sobre os resultados obtidos. Na segunda aula, uma nova atividade prática foi realizada, seguida por discussões que contemplaram os resultados obtidos, a síntese dos achados das duas atividades práticas e a elaboração de conclusões acerca da pergunta norteadora apresentada na primeira aula.

Quatro dos sete licenciandos ministraram as aulas: três na primeira e dois na segunda aula, sendo que somente uma licencianda participou de ambas as aulas. O

---

<sup>3</sup> As transcrições foram realizadas segundo regras baseadas em Preti (1999). Os licenciandos são identificados pela letra “L” seguida de um número de 1 a 7; o professor supervisor como “PS”; e os estudantes com três letras maiúsculas, como, por exemplo, “HEL”. Quando o aluno autor da fala não pôde ser identificado, usou-se “Aluno?” ou “Aluna?”, e quando vários alunos falaram ao mesmo tempo, usou-se “Alunos”. Para falas simultâneas, utilizou-se “[”. Na apresentação de excertos das transcrições e do plano de aulas, os trechos suprimidos são indicados com “[...]”.

professor supervisor esteve presente durante as aulas, alternando momentos em que somente observava, com outros em que participava de maneira mais ativa, auxiliando os licenciandos na execução das atividades práticas, nas discussões e na manutenção da organização da turma. Os estudantes realizaram as atividades práticas organizados em grupos, que continham de quatro a seis membros cada e que foram mantidos os mesmos nas duas aulas; já as discussões foram realizadas de forma que a turma pudesse participar em conjunto.

No plano de aulas, os licenciandos preveem iniciar a sequência de aulas sobre audição da seguinte forma:

“Gostaríamos de começar [...] pedindo para vocês anotarem a seguinte pergunta: Nós conseguiríamos ouvir o som no espaço?” [lousa] [segue o momento para eles assentarem um pouco essa indagação e conversarem]”

Ao explicitarem que será dado um momento para os estudantes “*assentarem um pouco essa indagação e conversarem*”, entende-se que os licenciandos preveem um momento para que os alunos entrem em contato com o tema de investigação proposto. É planejada a introdução dos estudantes ao tema a partir da exposição de uma questão norteadora (“*Nós conseguiríamos ouvir o som no espaço?*”) e do oferecimento de tempo para uma discussão sobre ela. Assim, o **elemento A1 (o professor estimula o interesse dos alunos sobre um tópico de investigação)** foi avaliado como presente no plano de aulas.

O **elemento A1** também pôde ser identificado nas transcrições das aulas, como mostra o trecho apresentado na Figura 2. O trecho inicia-se com a apresentação da questão norteadora à turma (turno 48), que leva ao desenvolvimento de uma discussão em que os estudantes expressam seus conhecimentos prévios sobre o tema. A explicitação desses conhecimentos é realizada a partir do incentivo dos licenciandos à participação dos estudantes na discussão, através de interações que solicitam que os estudantes expressem suas próprias ideias, como quando eles perguntam “*você(s) acha(m)*” (turnos 48, 67, 99 110) e “*.. Alguém concorda, discorda disso?*” (turno 81), ou quando pedem para que os comentários realizados sejam justificados (turnos 65, 69, 71, 83).

Turno	Pessoa	Fala
48	L2	A primeira pergunta que a gente queria fazer pra vocês é o seguinte... Vocês acham que:: a gente conseguiria ouvir som no espaço?
49	Alunos	Não
50	L2	Não, por quê?
[...]		
58	DAN	[Não:: por causa do vácuo
59	CAR	Han?

**Figura 2.** Elementos A1 e B1.1 em trecho de transcrição (continua)

Turno	Pessoa	Fala
60	Aluna?	Que?
61	L2	Sim?
62	LAR	Sim
63	DAN	É do vácuo ( )
64	EVE	Ah, talvez
65	L2	Bom, a gente tem resposta não, sim e talvez. Quem respondeu sim gostaria de justificar porque sim?
66	HEL	A gente consegue ouvir o/ o barulho do que?
67	L2	Qualquer som, algum som. Você acha que a gente consegue ouvir som no espaço?
68	Alunos	Não
69	L3	Não? Por que?
70	LAR	Sim
71	L3	Sim? Por que?
72	L2	Bom... Qual que é o seu nome?
73	LAR	Porque tipo a Terra tá rodado, você não vai ( )
[...]		
81	L2	LAR... Então, LAR falou que sim... Porque ela fala que os planetas estão rodando e a gente ouviria o som dos planetas... Alguém concorda, discorda disso?
82	HEN	Eu discordo
83	L3	Por que?
84	HEL	Eu não concordo, eu nunca ouvi
85	Alunos	((Risos))
86	L2	É uma resposta boa
87	HEN	Porque não dá pra:: ouvir com:: o monte de barulho que tem lá fora
[...]		
86	L2	É uma resposta boa
98	L3	Então ia ter tanto barulho que a gente não ia ouvir barulho ((risos))
99	L4	E se vocês fossem astronautas, vocês tivessem no espaço agora, vocês acham que vocês iam ouvir alguma coisa no espaço?
100	Alunos	Sim
101	HEL	Sim, com certeza
102	L4	Sim... O que?
103	CAR	O foguete
104	L4	O foguete, o barulho do foguete, o que mais?
105	Alunos	((Superposição de vozes incompreensíveis))
106	LAR	O barulho da máquina
107	L4	Barulho das máquinas

**Figura 2.** Elementos A1 e B1.1 em trecho de transcrição (continua)

Turno	Pessoa	Fala
108	Alunos	((Superposição de vozes incompreensíveis))
109	CAR	O barulho do vento
110	L4	Tá, então vocês acham que se a gente tivesse no espaço, a gente ia ouvir vários barulhos, vários sons?
111	Alunos	Sim

**Figura 2.** Elementos A1 e B1.1 em trecho de transcrição

De acordo com Oliveira (2010), o emprego de “você”, o uso de pronomes indefinidos (como “alguém”) e a utilização do verbo “achar”<sup>4</sup> ajudam a criar um ambiente acolhedor à participação dos estudantes, pois os encoraja a articular suas próprias ideias e pensamentos, e não exatamente a procurar pela resposta correta. Isso pode ser verificado no trecho mostrado, já que diferentes estudantes se manifestam e as respostas à questão colocada pelos licenciandos são variadas. O suporte oferecido pelos licenciandos para que os estudantes expressem as suas próprias ideias é, então, uma forma de proporcionar uma aproximação dos estudantes ao tema de investigação, justificando a presença do **elemento A1** no trecho de aulas.

O excerto do plano de aulas e o trecho da transcrição mostrados na Figura 2 também permitem identificar **a definição de problema e/ou questão de investigação (elemento B1.1)**. No plano, os licenciandos apresentam: “*Nós conseguiríamos ouvir o som no espaço?*”; na transcrição das aulas, a questão apresentada é: “*Vocês acham que a gente conseguiria ouvir som no espaço?*” (Figura 2, turno 48). Avaliou-se que a questão apresentada pelos licenciandos tinha características investigativas, por se remeter a um evento do mundo natural, a propagação do som no espaço, e possibilitar a coleta e análise de dados que poderiam subsidiar o desenvolvimento de explicações científicas. A questão tinha o potencial de levar ao desenvolvimento de uma exploração, ou seja, à realização de uma investigação a partir de observações, descrições, comparações e busca de informações em diferentes fontes (Pedaste et al., 2015; Scarpa, & Silva, 2013).

Segundo Chin (2002), as questões e problemas que norteiam uma investigação escolar devem ser exequíveis e práticas, ou seja, investigáveis através de procedimentos que podem ser realizados com o tempo e os recursos compatíveis com o ambiente escolar. É possível realizar diferentes tipos de simulações e modelos sobre a propagação do som em sala de aula, bem como buscar informações em diferentes fontes bibliográficas, o que indica que uma investigação sobre esse tema é viável. Ainda de acordo com a autora, é fundamental que as questões sejam interessantes, desafiantes e motivadoras para os alunos, isto é, que estejam de acordo com o seu nível de desenvolvimento cognitivo e cuja resposta não seja conhecida. No trecho apresentado na Figura 2, os alunos explicitam respostas e justificativas diversas, indicando que diferentes ideias sobre a propagação do som no espaço coexistiam na turma. Das ideias apresentadas, algumas eram mais e outras eram menos coerentes com os conhecimentos científicos acerca da propagação do som. Assim, a questão tinha o potencial de levar os alunos a buscar informações que

4 No original, “*to think*” (p. 445).

eles não conheciam, oportunizando a ocorrência de um processo investigativo.

A partir da situação investigativa apresentada, os licenciandos planejaram duas atividades práticas exploratórias: na primeira, foi proposta a observação das reações de um modelo de tímpano<sup>5</sup> à produção de som; na segunda, os alunos foram apresentados a telefones com fio<sup>6</sup> e foram incentivados a os utilizarem para se comunicar com os colegas. A exploração realizada a partir do modelo de tímpano foi proposta na primeira aula, enquanto que a atividade prática que envolvia a utilização do telefone com fio foi realizada na segunda aula. O planejamento dessas atividades esteve presente no plano de aula, a exemplo do trecho apresentado abaixo em que os licenciandos estabelecem os materiais e os procedimentos relativos à atividade prática que envolvia a utilização do modelo de tímpano:

Materiais: “panela ou tambor, pote, membrana de bexiga ou papel filme, arroz, elásticos.”<sup>7</sup>

Procedimentos: “Deve-se estender o papel filme na extremidade aberta da lata, de modo que fique bem ajustado e esticado, prendê-lo na lata com o elástico e colocar um pouco de arroz em cima. Depois, deve-se posicionar a panela (ou o balde) a uma certa distância da lata e do papel filme, com a extremidade aberta voltada para estes, e então bater na extremidade fechada da panela [...]. “Conseguiram ver?” - repetir o processo até todos verem [...]. “Vocês conseguem pensar em outras formas de fazer a membrana vibrar?”

Esse trecho do plano evidencia que os licenciandos planejaram os materiais e as formas de interação com o modelo de tímpano previamente à ocorrência da aula, indicando a presença do **elemento B3.1 (há a definição de procedimentos de investigação)**. Apesar disso, o plano também sugere a intenção de permitir que os alunos complementassem os procedimentos de investigação definidos, uma vez que há a previsão de solicitá-los que pensassem em “(...) *outras formas de fazer a membrana vibrar*”. Isso indica que, no plano, o **elemento B3.2 (o professor envolve os alunos na definição dos procedimentos de investigação)** estava presente.

Na transcrição das aulas, a **definição de procedimentos de investigação (elemento B3.1)** pôde ser avaliada como presente a partir de turnos de fala em que os licenciandos informam e mostram aos estudantes os materiais e os procedimentos de investigação. A Figura 3 apresenta o momento em que os licenciandos finalizam a discussão inicial sobre a possibilidade de ouvir som no espaço e iniciam as explicações sobre a atividade prática que seria realizada, apresentando os aparatos e os métodos envolvidos na utilização do modelo de tímpano.

5 O modelo de tímpano utilizado nas aulas foi produzido com uma lata de alumínio que tinha uma de suas extremidades fechada e outra aberta. A extremidade livre da lata foi coberta por um balão esticado, o que criou uma membrana fina. Sobre a membrana feita de balão, foi colocado sal. Quando sons eram produzidos próximo ao modelo, era possível visualizar a movimentação do sal.

6 Os telefones com fio utilizados nas aulas foram produzidos com latas de alumínio ligadas por um fio longo de barbante.

7 Alguns materiais utilizados no dia da execução da atividade prática na turma foram diferentes dos indicados no plano. A panela e o arroz mencionados nos excertos do plano foram substituídos por vaso e sal, respectivamente.

Turno	Pessoa	Fala
184	L4	Então, a gente teve várias respostas aqui, tem gente que acha que a gente ouviria som no espaço, tem gente que acha que a gente não ouviria, falou várias justificativas. A gente vai fazer um experimento hoje, que vai tentar ajudar... Vocês a responder essa pergunta com um::... Um argumento mais... Plausível, assim. Um argumento mais concreto. Então, é assim... A gente vai pegar essa latinha... Que tá com uma bexiga em cima... Pode ser um plástico também, tá escrito no protocolo de vocês ((mostra o material enquanto fala))
[...]		
193	L2	Aí, a gente vai colocar o sal aqui em cima da bexiga ((derrama um pouco o sal em cima da bexiga))
[...]		
200	L4	Então oh, vocês prestem atenção no que tá acontecendo, tá? ((bate em um vaso várias vezes, fazendo o sal que está na bexiga saltar))

**Figura 3.** Elemento B3.1 em trecho de transcrição

No trecho apresentado na Figura 3, os licenciandos fazem uma demonstração a toda a turma sobre como interagir com o modelo de tímpano: um som era produzido batendo-se em um vaso e observava-se o que acontecia com o sal disposto sobre a membrana. Após a demonstração, os licenciandos distribuíram modelos de tímpano a todos os grupos, permitindo que os estudantes interagissem diretamente com os materiais. Em um dos grupos de alunos, no intervalo entre o fim da demonstração com o modelo de tímpano e o início da sua distribuição aos grupos, foram encontradas evidências do trabalho com hipóteses e/ou previsão. O trecho da Figura 4 apresenta este momento para o grupo de alunos.

Turno	Pessoa	Fala
243	LAR	Então com isso, respondendo à pergunta, existe som no espaço (sim)
244	L2	Como é que você chegou nessa conclusão a partir do experimento?
245	LAR	Porque:: com o vento, fez o negócio pular... Então
246	L2	Você acha que foi o vento?
247	OLI	As ondas sonoras
248	LAR	É
249	L2	Você acha que foi o vento, ou foi a onda sonora, ou onda sonora é a mesma coisa que vento?
250	LAR	Acho que os dois
251	OLI	Acho que foi o vento mesmo
252	LAR	[É, é, porque você deixar ( )
253	L2	[Você acha que foi o vento. Quando você bate no negócio, ele faz vento

**Figura 4.** Elementos B2.1 e B2.2 em trecho de transcrição

Turno	Pessoa	Fala
254	OLI	( ) Quando você bate, acho que tem a tendência a:: fazer um:: um ventinho. Talvez o vento faça (o sal) levantar
255	L2	É, oh:: quando a gente trazer:: quando a gente trazer o experimento pra cá, a gente vai testar essas hipóteses que você tem levantado

**Figura 4.** Elementos B2.1 e B2.2 em trecho de transcrição

Depois de observar a demonstração feita pelos licenciandos, em que o sal se movimentou quando sons foram produzidos próximo ao modelo de tímpano, a aluna LAR responde à questão de investigação proposta pelos licenciandos no início da aula ao dizer: “*Então com isso, respondendo à pergunta, existe som no espaço (sim)*” (turno 243). A sua resposta é ouvida por um dos licenciandos, L2, que estava perto da aluna no momento da sua fala. O licenciando questiona, então, a aluna: “*Como é que você chegou nessa conclusão a partir do experimento?*” (turno 244). A pergunta de L2 solicita que LAR justifique a sua fala, desencadeando o levantamento de possíveis fatores responsáveis pela movimentação do sal. LAR e uma colega de grupo, a aluna OLI, explicitam diferentes fatores, até que OLI estabelece que o vento seria o responsável pela movimentação do sal, ao falar: “( ) *Quando você bate, acho que tem a tendência a:: fazer um:: um ventinho. Talvez o vento faça (o sal) levantar*” (turno 254). L2, então, salienta que o fator definido por OLI seria testado empiricamente, quando fala: “*É, oh:: quando a gente trazer:: quando a gente trazer o experimento pra cá, a gente vai testar essas hipóteses que você tem levantado*” (turno 255). Assim, é a interação de L2 com as alunas do grupo que as fazem definir uma ideia a ser testada durante a investigação, indicando a presença dos **elementos B2.1 (há a definição de hipótese e/ou previsão para a investigação) e B2.2 (o professor envolve os alunos na definição de hipótese e/ou previsão)**.

Quando esse grupo de alunos recebe o modelo de tímpano, os professores incentivam que o fator definido por OLI como o responsável pela movimentação do sal, o vento, seja colocado em teste. A Figura 5 apresenta este trecho. O incentivo dos professores para que os alunos estabelecessem formas de testar essa ideia é identificado a partir das falas: “*Como você me mostra?*” (turno 311) e “*Como você provaria?*” (turnos 312). Assim, os licenciandos estimulam que os alunos proponham formas de interação com o modelo de tímpano que não estavam previamente planejadas, algo que surgiu com a necessidade de pôr à prova uma ideia colocada pela aluna OLI durante a aula. No trecho da Figura 5 há, então, a indicação da ocorrência do **elemento B3.2 (o professor envolve os alunos na definição dos procedimentos de investigação)** em sala de aula.

Como forma de testar a ideia colocada por OLI, os alunos sugerem a utilização de um caderno (turnos 315 e 316) ou das próprias mãos (turno 343 e 344) entre a boca dos alunos que estavam produzindo sons e o modelo de tímpano. Essas estratégias podem ser consideradas adequadas para colocar a ideia da aluna à prova, já que ajudavam na criação de uma barreira que dificultava ou impedia que o ar que saísse da boca ao produzir o som atingisse o aparato. Assim, é possível identificar a ocorrência do **elemento B4.5 (os dados coletados permitem o teste da hipótese e/ou previsão)**. Com a utilização desses

procedimentos, os alunos concluíram que o vento não poderia ser o responsável pela movimentação do sal (turnos 345–349). A explicitação dessa conclusão é realizada a partir do incentivo de L2, quando ele fala: “É, então a gente... A hipótese que vocês tinham de que era vento”, completando em seguida: “Vocês chegaram à conclusão de que era ou não?” (turnos 345 e 347, respectivamente). Ao fazer a retomada da ideia que estava sendo testada, L2 permite que os alunos façam uma comparação entre o que foi previsto com o que foi observado e concluído. Assim, o **elemento C5 (o professor encoraja os alunos a comparar as suas conclusões com a hipótese e/ou previsão)** esteve presente na aula.

Turno	Pessoa	Fala
311	L3	[Como você me mostra?
312	PS	[Como você provaria?
313	L3	É
314	PS	Que não é por vento?
315	OLI	Tenta assim, oh ((coloca o caderno na frente da boca de ALI))
316	ALI	Ah:: ((faz barulho com a voz, com o caderno na frente da boca)) ((risos))
317	L3	Tá mexendo ou não tá mexendo ((o sal))?
318	ALI	Não sei, eu não tou vendo
319	COS	Também não
320	L3	E o resto do grupo? O que que vocês tão vendo?
321	OLI	Tá mexendo ((o sal)), né?
[...]		
343	JOS	Do mesmo jeito ele ((o sal)) se mexe... Ah:: na nah:: ((faz barulho com a voz, com a mão na frente da boca)) ((risos))
344	OLI	( ) Põe a mão... É vai mexer ((o sal))
345	L2	É, então a gente... A hipótese que vocês tinham de que era vento
346	LAR	Não é
347	L2	Vocês chegaram à conclusão de que era ou não?
348	JOS	Não é vento
349	OLI	Acho que não
350	L2	Não é vento, por que? Porque vocês tamparam ((a boca)), gritaram e continuou tremendo ((o sal))
351	LAR	É as vibrações
352	L2	As vibrações

**Figura 5.** Elementos B3.2, B4.1, B4.2, B4.5, C5 e D1 em trecho de transcrição

Na Figura 5, ainda é possível perceber que houve a **coleta de dados durante a investigação (elemento B4.1)** e que os licenciandos **envolveram os alunos na coleta de dados (elemento B4.2)**, uma vez que os estudantes interagem diretamente com os materiais e realizam observações. No plano de aula, também é possível identificar os **elementos B4.1 e B4.2**, como indicado no excerto abaixo, que mostra que os licenciandos

tenham a intenção de permitir que todos os estudantes se envolvessem com os materiais da atividade prática:

“Depois que todos que quiserem participar tenham efetuado o experimento, [...] iniciar a discussão.”

Um último ponto que pode ser observado no trecho da Figura 5 é a exemplificação da ocorrência do **elemento D1 (o professor encoraja os alunos a trabalhar de forma colaborativa em grupo)** nas transcrições. Quando L3 manifesta “*E o resto do grupo? O que que vocês tão vendo?*”(turno 320), há o incentivo para que os estudantes trabalhem de fato em conjunto na observação e coleta de dados. O trabalho em grupo em sala de aula deve envolver os estudantes na ajuda mútua (Carvalho, 2013), o que é reforçado na fala da licencianda. No plano de aulas, a identificação do **elemento D1** também foi possível, pois nele está estabelecido como um dos objetivos:

“Objetivo das aulas: Trabalho em grupo/ Primeiramente organizamos a sala em grupos de seis alunos.”

Após a interação dos grupos de alunos com os modelos de tímpanos, foi previsto no plano de aulas uma discussão envolvendo toda a turma. Nesse documento, foram estabelecidas as seguintes perguntas mediadoras da discussão:

“O que observamos que aconteceu com a panela? \_Anotar na lousa/ O que aconteceu com a membrana com o arroz? \_Anotar na lousa/ Você acha que existe algo entre a panela e a membrana com arroz? \_Anotar na lousa.”

As perguntas “*O que observamos que aconteceu com a panela?*” e “*O que aconteceu com o plástico com o arroz?*” requerem a descrição do que seria observado durante a execução da atividade. A terceira pergunta: “*Você acha que existe algo entre a panela e a membrana com arroz?*” sugere a intenção de levar os estudantes a perceber que um elemento deveria estar presente para que ocorresse a transmissão do som. Como a atividade prática proposta lidava diretamente com a propagação do som pelo ar, a pergunta incentivava que os estudantes explicitassem a sua presença, estabelecendo uma conclusão para o que foi observado. Assim, o **elemento C2 (o professor encoraja os alunos a elaborar conclusões)** foi identificado no plano de aula.

As perguntas apresentadas no plano foram feitas pelos licenciandos em uma discussão em sala de aula, em que eles guiaram os estudantes na emissão de conclusões a respeito da atividade prática realizada. O trecho apresentado na Figura 6 traz o momento final da discussão, em que L4 solicita que os alunos indiquem o que ocorreu com a membrana com sal, ao perguntar: “*Vocês olharam... Vocês viram... Alguma coisa acontecer com essa bexiga que tá presa aqui?*” (turno 610). Os alunos explicitam as suas observações, que são retomadas por L4 no turno 644. No mesmo turno, a licencianda realiza a pergunta prevista no plano para estimular a emissão de conclusões: “*(...) O que que existe entre... O vaso e:: a bexiga com o sal?*” (turno 644). Os alunos NAR e OLI identificam o elemento que deveria estar presente para que ocorresse a transmissão do som, ao responderem que existia ar (turnos 647, 648). Dessa forma, o **elemento C2**

também esteve presente em sala de aula.

Turno	Pessoa	Fala
610	L4	Vocês olharam... Vocês viram... Alguma coisa acontecer com essa bexiga que tá presa aqui?
611	HEL	Ela pula
612	L4	Ela pula ((risos))
613	HEL	Não, não é pula
614	DAN	Ela fica se mexendo
615	L4	Ela pula... Ela mexe.... Beleza... E o sal que tá aqui em cima?
616	HEL	Ela pula
617	DAN	( )
618	HEN	Ela faz o sal pular
619	HEL	Ela fez assim oh
620	L4	Ele pula também, o sal mexe também
[...]		
644	L4	Beleza... Então assim, a gente bate no:: vaso, faz barulho. A bexiga mexe, né, e o sal mexe também, beleza. Agora... Que que existe, essa é uma pergunta meio... Meio etérea assim... O que que existe entre... O vaso e:: a bexiga com o sal?
645	Aluno?	Sons
646	L4	Som, o que mais?
647	HEL	Ar
648	NAR	Ar
649	L2	Ar
650	L4	Existe ar
660	L4	Tá:: então assim... É:: como vocês explicariam esse experimento?
661	NAR	O som
662	L4	O som
663	NAR	O som passa pelo ar e faz a bexiga (balançar)

**Figura 6.** Elementos C2, C3 e D2 em trecho de transcrição

Na Figura 6 também é possível identificar a presença do **elemento C3 (professor encoraja os alunos a justificar as suas conclusões com base em conhecimentos científicos)** nas aulas. Quando L4 fala: “*Tá:: então assim... É:: como vocês explicariam esse experimento?*” (turno 660), ela requisita uma explicação, algo que, segundo Asay e Orgil (2010), é o que permite a conexão entre os resultados obtidos e o conhecimento científico. Uma explicação é, então, fornecida pelo aluno NAR, quando ele fala: “*O som passa pelo ar e faz a bexiga (balançar)*” (turno 663). Na sua explicação, NAR utiliza conhecimentos científicos relacionados à propagação do som, ao dizer que ele “*passa pelo ar*”.

O **elemento D2 (o professor encoraja os alunos a relatar o seu trabalho)** foi encontrado no plano de aula. As mesmas perguntas que incentivam os alunos a

descrever o ocorrido durante a atividade prática e a elaborar conclusões, como mostrado anteriormente, também encorajam a exposição, à turma, dos achados obtidos com a coleta de dados. Nas transcrições, também é possível indicar a presença do **elemento D2**. No trecho mostrado na Figura 6, há o incentivo para que os alunos relatem à turma o que foi observado e concluído com a execução da atividade. Assim, há o engajamento dos alunos na divulgação dos seus achados através da oralidade, uma forma possível de comunicação em abordagens investigativas segundo Zompero e Laburú (2011).

Os trechos de transcrição apresentados acima se referem à primeira aula, em que a atividade prática sobre o modelo de tímpano foi realizada. A segunda aula iniciou-se com uma breve retomada da atividade e das discussões realizadas na aula anterior. Em seguida, os alunos foram apresentados aos aparatos que seriam utilizados na atividade prática da aula, os telefones com fio. Foram distribuídos três telefones com fio à turma e os seis grupos de alunos foram organizados de forma a cada um ficar com uma extremidade de um telefone. No grupo, os alunos foram orientados a se revezar para utilizar o telefone e se comunicar com colegas de outro grupo. Após os alunos utilizarem os dispositivos para tentar se comunicar, uma discussão sobre a atividade foi realizada. A ênfase da atividade e da discussão foi propiciar que os alunos identificassem o barbante que ligava as duas extremidades do telefone com fio como meio de propagação do som.

Com o intuito de reunir informações relacionadas às duas atividades práticas, o plano de aulas indicava a construção e preenchimento de uma tabela que solicitava a identificação de elementos que funcionaram como fonte, detector e meio de propagação do som. A tabela prevista no plano é apresentada na Figura 7 e é possível verificar que há a intenção de permitir que os estudantes organizassem e comparassem informações provenientes de diferentes atividades práticas, o que indica a presença do **elemento C1 (o professor encoraja os alunos a analisar os dados coletados)** no plano.

	Membrana + Arroz <sup>8</sup>	Telefone de barbante <sup>9</sup>
Fonte sonora [quem emitiu o som]		
Qual o meio de propagação [por onde o som passou]		
Detector [quem percebeu/reagiu ao som emitido?]		

**Figura 7.** Elemento C1 em plano de aula

Da mesma forma como no plano de aula, na transcrição das aulas o **elemento C1** também foi identificado como presente. Durante a aula, os licenciandos esquematizaram,

no quadro, a tabela mostrada na Figura 7 e solicitaram auxílio à turma para o seu preenchimento. Na Figura 8, um trecho do momento em que há o preenchimento da tabela em sala de aula é apresentado. O trecho presente nessa figura tem como foco a identificação do elemento que cumpriu a função de detector de som nas duas atividades.

<sup>8</sup> Atividade prática do modelo de tímpano.

<sup>9</sup> Atividade prática do telefone com fio.

Turno	Pessoa	Fala
253	L4	Tá... E aqui, a gente no protocolo de vocês tá... Detector, né?... E detector é aquele que reage ao som
254	PS	Pessoal, prestando atenção ((chama a atenção dos alunos, por causa do barulho))
255	L4	No experimento da bexiga, quem que reagiu ao som do vaso?
256	OLI	A latinha com a bexiga
257	Aluno?	O ar
258	L4	A bexiga ((escreve no quadro))... E no segundo experimento, quem foi?
259	OLI	Ah::
260	L4	Quem que detectou o som que estava passando?
261	OLI	A gente
		[...]
290	Alunos	A orelha, o ouvido
291	L4	((Escreve no quadro))... Vocês conseguem dizer mais especificamente
292	FER	Audição
293	L4	O que mais?... Vocês conseguem falar mais especificamente quem que detectou o som?
294	NAR	O tímpano
295	L4	O tímpano
296	L6	Agora no experimento:: no experimento um, quem que representa o tímpano?
297	OLI	A bexiga
298	NAR	A bexiga

**Figura 8.** Elemento C1 em trecho de transcrição

Por meio da interação entre as licenciandas L4 e L6 e os estudantes, é estabelecido que na primeira atividade, em que um modelo de tímpano foi usado, a bexiga detectava o som (turnos 256 e 258); já na segunda atividade, em que houve a utilização do telefone com fio, o tímpano da pessoas que estava se comunicando com o aparato é indicado como a estrutura detectora do som (turnos 294 e 295). Quando L6 pergunta: “*Agora no experimento: no experimento um, quem que representa o tímpano?*” (turno 296), ela estimula os estudantes a comparar e a estabelecer relações entre as observações realizadas nas duas atividades. Isso é compatível com a ideia de análise de dados, indicando a presença do **elemento C1** nas aulas.

Após a síntese das informações coletadas nas duas atividades práticas, há a previsão no plano de retomar a questão de investigação que foi colocada no início da aula, conforme o trecho: “Fazer e discutir a pergunta norteadora, já explicando a resposta consenso da sala com eles.”

O intuito de “*fazer e discutir a pergunta norteadora*” após a síntese dos resultados obtidos nas duas atividades práticas, indica a intenção de **encorajar os alunos a considerar as suas conclusões em relação ao problema e/ou questão de investigação (elemento C6)**. A discussão sobre a pergunta norteadora foi realizada em sala, como

apresentado na Figura 9.

A retomada da questão de investigação por L4: “(...) *A gente ia conseguir ouvir som no espaço?...*” (turno 369) leva à emissão de possíveis repostas pelos alunos (turnos 370–381), mas nenhuma é considerada pelas licenciandas. Isso somente ocorre com a resposta do aluno NAR, que fala: “*Não tem ar, o som não:: consegue:: se movimentar*” (turno 388). Com base na fala do aluno, a atenção dos estudantes à informação de que não existiria ar no espaço é salientada por L4 (turnos 389–395). A licencianda conecta essa informação às conclusões e explicações obtidas nas atividades práticas e à situação levantada na pergunta de investigação quando ela fala: “*Aqui quando a gente fez o experimento, primeiro o som passou pelo ar, certo? O meio de propagação foi o ar... Depois, o meio de propagação foi o barbante... Certo?... Se não existe NADA no espaço, NADA, não existe NADA, nem ar nem nada... Vocês acham que a gente conseguiria ouvir som no espaço?*” (turno 397). A partir da síntese apresentada pela licencianda, os alunos concordam com NAR e concluem que não se poderia ouvir som no espaço (turnos 398, 399).

Turno	Pessoa	Fala
369	L4	Gente, o que que vocês acham? A gente ia conseguir ouvir som no espaço? Se vocês estivessem no espaço agora, vocês iam conseguir ouvir?... Se tivesse uma pessoa falando do seu lado, [você ia ouvir?
370	OLI	[Não
371	EVE	Ah:: sim
372	FER	Não
373	L4	SIM? Por que?
374	LAR	Não, porque ia tá eco
375	COS	A gente ia tá ( )
376	L4	Não, porque ia tá eco. Sim, por quê?
377	EVE	É:: é que:... Tipo tem aquele, aquele negócio que eles usam, né? Mas isso conta?
378	L4	((Risos))... É
379	L6	Então
380	L4	Tem a roupa do astronauta, que você consegue ligar as coisas e ouvir. Mas sem isso?
381	OLI	Não
		[...]
388	NAR	Não tem ar, o som não:: consegue:: se movimentar
389	L4	Tá... Então assim, o que que existe no espaço?... Várias coisas, né, mil coisas

**Figura 9.** Elemento C6 em trecho de transcrição (continua)

Turno	Pessoa	Fala
390	JOS	Eu sei que não tem ar

391	L4	Oi?
392	JOS	Não tem ar ( ), não tem oxigênio
393	L4	Então oh... Como é seu nome?
394	JOS	JOS
395	L4	JOS falou que no espaço NÃO tem ar... Aqui quando a gente fez o experimento
396	PS	Pessoal ((chama a atenção dos alunos, por causa do barulho))
397	L4	Aqui quando a gente fez o experimento, primeiro o som passou pelo ar, certo? O meio de propagação foi o ar... Depois, o meio de propagação foi o barbante... Certo?... Se não existe NADA no espaço, NADA, não existe NADA, nem ar nem nada... Vocês acham que a gente conseguiria ouvir som no espaço?
398	Alunos	Não
399	HEN	Seria um silêncio total

**Figura 9.** Elemento C6 em trecho de transcrição

A discussão provocada pela retomada da questão de investigação e pela ligação entre ela e as evidências obtidas a partir da execução das atividades indicam a presença do **elemento C6 (o professor encoraja os alunos a considerar as suas conclusões em relação ao problema e/ou questão de investigação)** nas transcrições. A partir dessas ações, os alunos emitem uma resposta à questão investigativa compatível com o conhecimento científico sobre a propagação do som. No entanto, a Figura 9 mostra que os alunos não expressaram evidências empíricas coletadas e analisadas durante as atividades práticas para elaborar resposta à pergunta de investigação colocada pelos licenciandos no início do bloco de aulas sobre audição. É L4 quem expõe o raciocínio que conecta os resultados à pergunta de investigação (turno 397).

Apesar das atividades práticas realizadas nas aulas permitirem a exploração da propagação de som na presença de meios materiais, como o ar no caso do modelo de tímpano e o barbante na atividade com os telefones com fio, elas não criavam condições para que se investigasse a possibilidade de haver propagação do som na ausência de um meio material. Dessa forma, a inexistências de uma ligação direta entre a questão de investigação e as evidências construídas através das atividades e discussões pode ter dificultado a elaboração de respostas pelos alunos. Assim, avaliou-se que os procedimentos de investigação não forneceram todas as condições necessárias para a coleta de evidências e informações para a resolução da questão investigativa de maneira efetiva pelos alunos, o que justifica a ausência do **elemento B3.3 (os procedimentos de investigação definidos são apropriados ao problema e/ou questão)** nas transcrições analisadas. Como a questão de investigação e as atividades práticas já estavam definidas no plano de aulas, o **elemento B3.3** também foi indicado como ausente neste material.

Um resumo dos elementos presentes (P), ausentes (A) e não aplicáveis (NA) é apresentado na Figura 10. Dos 26 elementos constantes à ferramenta DEEnCI, 16 estiveram presentes e 10 ausentes nas transcrições de aulas. No plano de aulas, 11 elementos foram identificados como presentes, 11 estiveram ausentes e quatro foram apontados como não aplicáveis. Foi possível identificar mais elementos na transcrição

das aulas do que no plano, porque o trabalho com hipóteses e/ou previsões não foi planejado, indicando a inexistência do elemento B2.1 no plano de aulas; na ausência desse elemento, os aspectos subordinados à definição de hipótese e/ou previsão não eram passíveis de avaliação e, por isso, foram indicados como não aplicáveis à análise do plano (elementos B2.2, B2.3, B4.5 e C5). Em sala de aula, os licenciandos estimularam a definição e o teste de uma ideia, fazendo com que a maioria dos elementos relacionados a esse processo fosse indicada como presente. Outra diferença entre os elementos identificados nas transcrições e no plano foi a presença do elemento C3, referente à justificação de conclusões com base em conhecimentos científicos, nas aulas e a sua ausência no planejamento. Dessa forma, a diferença encontrada na análise do plano e das transcrições ocorreu devido às informações existentes nas fontes de dados.

Elemento do EnCI	Plano	Transcrição
A1 O professor estimula o interesse dos alunos sobre um tópico de investigação	P	P
B1.1 Há a definição de problema e/ou questão de investigação	P	P
B1.2 O professor envolve os alunos na definição do problema e/ou questão de investigação	A	A
B2.1 Há a definição de hipótese e/ou previsão para a investigação	A	P
B2.2 O professor envolve os alunos na definição de hipótese e/ou previsão	NA	P
B2.3 O professor envolve os alunos na justificação da hipótese e/ou previsão definidos	NA	A
B3.1 Há a definição de procedimentos de investigação	P	P
B3.2 O professor envolve os alunos na definição dos procedimentos de investigação	P	P
B3.3 Os procedimentos de investigação definidos são apropriados ao problema e/ou questão	A	A
B4.1 Há a coleta de dados durante a investigação	P	P
B4.2 O professor envolve os alunos na coleta dados	P	P
B4.3 O professor ajuda os alunos a manterem notas e registros durante a coleta de dados	A	A
B4.4 O professor encoraja os alunos a checar os dados	A	A
B4.5 Os dados coletados permitem o teste da hipótese e/ou previsão	NA	P
C1 O professor encoraja os alunos a analisar os dados coletados	P	P
C2 O professor encoraja os alunos a elaborar conclusões	P	P
C3 O professor encoraja os alunos a justificar as suas conclusões com base em conhecimentos científicos	A	P

**Figura 10.** Elementos presentes (P), ausentes (A) e não aplicáveis (NA) nos materiais analisados (continua)

Elemento do EnCI	Plano	Transcrição
C4 O professor encoraja os alunos a verificar se as suas conclusões estão consistentes com os resultados	A	A
C5 O professor encoraja os alunos a comparar as suas conclusões com a hipótese e/ou previsão	NA	P
C6 O professor encoraja os alunos a considerar as suas conclusões em relação ao problema e/ou questão de investigação	P	P
C7 O professor encoraja os alunos a refletir sobre a investigação como um todo	A	A
D1 O professor encoraja os alunos a trabalhar de forma colaborativa em grupo	P	P
D2 O professor encoraja os alunos a relatar o seu trabalho	P	P
D3 O professor encoraja os alunos a se posicionar frente aos relatos dos colegas sobre a investigação	A	A
E1 O professor encoraja os alunos a aplicar o conhecimento adquirido em novas situações	A	A
E2 O professor encoraja os alunos a identificar ou elaborar mais problemas e/ou questões a partir da investigação	A	A

**Figura 10.** Elementos presentes (P), ausentes (A) e não aplicáveis (NA) nos materiais analisados

## Considerações finais

Tendo em vista que informações sobre como o EnCI é desenvolvido são importantes para que se compreenda como os professores entendem e praticam essa abordagem de ensino, este trabalho objetivou apresentar uma ferramenta de análise de propostas de ensino investigativas e avaliar o seu uso na análise de fontes de dados relacionadas ao planejamento e à implementação do EnCI em sala de aula.

A ferramenta DEEnCI, apresentada neste trabalho, reúne ideias de diferentes e complementares fontes bibliográficas (Banchi, & Bell, 2008; Borda Carulla, 2012; Pedaste et al., 2015), buscando articular aspectos do EnCI relacionados à sua estruturação em sala de aula, uma vez que a construção de conhecimento científico demanda o desenvolvimento de diferentes etapas ou atividades-chave investigativas; ao nível de abertura da atividade, considerando a importância da participação ativa e da responsabilidade do aluno no seu processo de aprendizagem; e à atuação docente, pois o professor é figura fundamental no processo de mediação da investigação junto aos estudantes. A ferramenta elaborada passou por processo de validação de conteúdo por especialistas externas à pesquisa, de maneira a assegurar que as categorias constantes ao instrumento eram apropriadas à avaliação de propostas de ensino baseadas no EnCI.

A estrutura da ferramenta DEEnCI, subdividida em 26 elementos do EnCI agrupados em cinco temas, permite a avaliação das ações do professor que possibilitam o envolvimento dos estudantes em diferentes momentos de uma investigação, como no engajamento com a problematização, no estabelecimento de ideias testáveis, na produção

de evidências, na elaboração de conclusões, em processos reflexivos e comunicativos sobre a investigação e outros. Não obstante, também é possível que sejam analisadas as relações entre momentos da investigação, como, por exemplo, os elementos que exploram a adequabilidade entre questão de investigação e procedimentos de coleta de dados e a relevância dos dados coletados para o teste de hipóteses e/ou previsões.

Desse modo, a avaliação amparada pelo instrumento permite que se vá além da constatação de que os estudantes completam ou não as etapas de uma atividade, o que não é suficiente na promoção de uma abordagem investigativa (Asay, & Orgil, 2010), possibilitando que se avalie também se o planejamento e as do professor propiciam a realização de uma investigação efetiva. O caso descrito no presente trabalho exemplifica esse ponto, pois, apesar do reconhecimento da presença de diferentes aspectos referentes ao desenvolvimento de uma investigação, verificou-se que os procedimentos executados em sala de aula não ofereceram todas as condições necessárias para a resolução da questão investigativa a partir das evidências coletadas. Assim, a ferramenta DEEnCI viabiliza a captura de aspectos chaves do desenvolvimento da abordagem investigativa, característica fundamental em uma ferramenta analítica (Mortimer, & Scott, 2002).

Quanto ao seu uso na análise de fontes de dados de diferentes naturezas, o caso descrito e analisado possibilitou a exemplificação de como a ferramenta DEEnCI pode ser usada na avaliação de materiais relativos ao planejamento, por meio do plano de ensino, e do desenvolvimento de proposta de ensino investigativa em sala de aula, a partir de transcrições de áudios e vídeos. A análise apresentada revelou que a ferramenta permite o direcionamento do avaliador para diferentes indicadores presentes nas fontes de dados e, por isso, é possível que ela seja utilizada na análise de materiais diversos relacionados a propostas de ensino investigativas.

Isso possibilita a ampliação das alternativas de análise de propostas de ensino investigativas, dado que instrumentos utilizados em pesquisas têm focado sobretudo no desenvolvimento do EnCI em sala de aula. Como exemplo, o instrumento de Borda Carulla (2012), usado como principal referencial na elaboração da ferramenta DEEnCI, tem sido utilizado estritamente na análise das práticas pedagógicas relacionadas ao EnCI em sala de aula, como em Ergazaki e Zogza (2013, 2017) e em Krämer, Nessler e Schlüter (2015). Delclaux e Saltiel (2013) apresentam instrumento também utilizado para analisar os aspectos do EnCI implementados em classe por professores. As ferramentas elaboradas por Machado e Sasseron (2012) e Oliveira (2010) propõem categorias específicas para a análise de perguntas realizadas pelos professores durante aulas baseadas na investigação. Ferraz e Sasseron (2017) criaram um instrumento metodológico com enfoque nas ações dos professores que desencadeiam processos argumentativos pelos alunos em aulas desenvolvidas segundo as diretrizes do EnCI. Esses casos ilustram que tanto os instrumentos de análise que buscam avaliar o desenvolvimento do EnCI em relação à sua estrutura geral quanto os que enfocam nas ações do professor na promoção de aspectos mais particulares têm privilegiado a avaliação do EnCI no contexto de sala de aula.

Uma vez que a intervenção pedagógica envolve não somente os momentos de atuação docente em sala de aula, mas também o planejamento (Zabala, 1998), pode-se afirmar que o êxito de propostas de ensino, como a abordagem do EnCI, depende do planejamento prévio por parte do professor (Almeida, & Sasseron, 2013). Isso ressalta a importância da proposição de ferramentas de análise que possam contemplar esses diferentes momentos da prática docente e evidencia a versatilidade que a ferramenta DEEnCI apresenta enquanto instrumento de pesquisa.

É válido ressaltar, contudo, que materiais de diferentes naturezas podem apresentar informações diferentes, mesmo que estejam relacionados às mesmas aulas. O caso analisado demonstra isso, dado que mais elementos foram encontrados nas transcrições de aulas do que no plano de ensino. Isso vai ao encontro dos diferentes níveis de currículo apontados por Sacristàn (2000), que enfatiza que há transformações e, por isso, diferenças entre o currículo moldado, referente àquilo que o professor estabelece em seu planejamento, e o currículo em ação, que trata do que efetivamente ocorre na sala de aula.

Assim, é necessária a cautela na escolha dos materiais a serem utilizados como *corpus* de pesquisa. A questão e os objetivos de pesquisa devem nortear essa escolha, de maneira que a análise realizada pela ferramenta DEEnCI de fato auxilie no fornecimento de evidências que respondam adequadamente ao que o pesquisador propôs. A análise de planos de aula pode ser interessante se for objetivo do pesquisador investigar quais dificuldades o professor enfrenta ao preparar uma proposta de ensino baseada no EnCI. Se os propósitos da pesquisa estiverem relacionados à prática dos elementos do EnCI pelo professor, documentos que permitam o acesso a informações referentes ao ambiente de sala de aula, como transcrições ou relatórios de aulas, são então mais apropriados. Ainda é possível que fontes de dados de diferentes naturezas sejam investigadas em uma mesma pesquisa, sendo que o uso de um instrumento de análise pode favorecer o processo de comparação e síntese dos achados.

## Referências

- Almeida, A., & Sasseron, L. H. (2013). As ideias balizadoras necessárias ao professor ao planejar e avaliar a aplicação de uma sequência de ensino investigativo. *Enseñanza de las Ciencias*, v. extra, 1188–1192.
- Artigue, M., Dillon, J., Harlen, W., & Léna, P. (2012). *Learning through Inquiry*. Montrouge, France: Fibonacci Project.
- Asay, L. D., & Orgill, M. K. (2010). Analysis of essential features of inquiry found in articles published in the science teacher, 1998–2007. *Journal of Science Teacher Education*, 21(1), 57–79. <https://doi.org/10.1007/s10972-009-9152-9>
- Banchi, H., & Bell, R. (2008). The Many Levels of Inquiry. *Science and Children*, 26–29.

- Bell, T., Urhahne, D, Schanze, S., & Ploetzner, R. (2010). Collaborative Inquiry Learning: Models, tools, and challenges. *International Journal of Science Education*, 32(3), 349–377. <https://doi.org/10.1080/09500690802582241>
- Borda Carulla, S. (2012). *Tools for Enhancing Inquiry in Science Education*. Montrouge, France: Fibonacci Project.
- Cardoso, M. J. C. (2018). *Identificação e descrição de elementos do ensino de ciências por investigação em aulas de professores em formação inicial* (Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências). Programa Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Carvalho, A. M. P. (2013). O ensino de Ciências e a proposição de sequências didáticas investigativas. In A. M. P. Carvalho (Org.), *Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula* (pp. 1–20). São Paulo, SP: Cengage Learning.
- Chin, C. (2002). Open Investigations in Science: Posing Problems and Asking Investigative Questions. *Teaching and Learning*, 23(2), 155–166.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2004). *Research Methods in Education* (6th ed.). London, England: Routledge.
- Deboer, G. E. (2006). Historical Perspectives on Inquiry Teaching in Schools. In L.B. Flick, & N.G. Lederman (Eds.), *Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education* (pp. 17–35). Dordrecht, Netherlands: Springer.
- de Jong, T. (2006). Scaffolds for scientific Discovery. In J. Elen, & R. E. Clark (Eds.), *Handling Complexity in Learning Environments: Theory and Research* (pp. 107–128). Oxford, England: Elsevier.
- Delclaux, M., & Saltiel, E. (2013). An evaluation of local teacher support strategies for the implementation of inquiry-based science education in French primary school. *International Journal of Primary, Elementary and Early Years Education*, 41(2), 138–159. <http://dx.doi.org/10.1080/03004279.2011.564198>
- Ergazaki, M., & Zogza, V. (2013). How does the model of Inquiry-Based Science Education work in the kindergarten: The case of biology. *Review of Science, mathematics and ICT Education*, 7(2), 73–97.
- Ergazaki, M., & Zogza, V. (2017). Carrying out biology investigations in early years. In *Electronic Proceedings of ESERA 2017 Conference* (p. 01). Dublin, Ireland.
- Ferraz, A. T., & Sasseron, L. H. (2017). Propósitos epistêmicos para a promoção da argumentação em aulas investigativas. *Investigações em Ensino de Ciências*, 22(1), 42–60. <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2017v22n1p42>

- Flick, L. B., & Lederman, N. G. (2006). Introduction. In L. B. Flick, & N. G. Lederman (Eds.), *Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education* (pp. ix-xviii). Dordrecht, Netherlands: Springer.
- Grant, J. S., & Davis, L. L. (1997). Selection and Use of Content Experts for Instrument Development. *Research in Nursing & Health*, 20(3), 269–274. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-240X\(199706\)20:3<269::AID-NUR9>3.0.CO;2-G](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-240X(199706)20:3<269::AID-NUR9>3.0.CO;2-G)
- Krajcik, J., & Mamlok-Naaman, R. (2006). Using driving questions to motivate and sustain student interest in learning science. In K. Tobin (Ed.), *Teaching and learning science: An encyclopedia* (pp. 317–327). Westport, CT: Greenwood Publishing.
- Krämer, P., Nessler, S. H., & Schlüter, K. (2015). Teacher students' dilemmas when teaching science through inquiry. *Research in Science & Technological Education*, 33(3), 325–343. <https://doi.org/10.1080/02635143.2015.1047446>
- Lakin, J. M., & Wallace, C. S. (2015). Assessing Dimensions of Inquiry Practice by Middle School Science Teachers Engaged in a Professional Development Program. *Journal of Science Teacher Education*, 26(2), 139–162. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9412-1>
- Lawson, A. E. (2004). T. rex, the Crater of Doom, and the Nature of Scientific Discovery. *Science & Education*, 13(3), 155–177. <https://doi.org/10.1023/B:SCED.0000025564.15210.ab>
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497–521. <https://doi.org/10.1002/tea.10034>
- Maaß, K., & Artigue, M. (2013). Implementation of inquiry-based learning in day-to-day teaching: a synthesis. *International Journal on Mathematics Education*, 45(6), 779–795, 2013. <https://doi.org/10.1007/s11858-013-0528-0>
- Machado, V. F., & Sasseron, L. H. (2012). As perguntas em aulas investigativas de Ciências: a construção teórica de categorias. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 12(2), 29–44.
- Mortimer, E. F., & Scott, P. (2002). Atividade discursiva nas salas de aula: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. *Investigações em Ensino de Ciências*, 7(3), 283–306.
- Munford, D., & Lima, M. E. C. D. C. E. (2007). Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 9(1), 72–89. <https://doi.org/10.1590/1983-21172007090107>
- NCR. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academy Press.

- Oliveira, A. W. (2010). Improving Teacher Questioning in Science Inquiry Discussions Through Professional Development. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 422–453. <https://doi.org/10.1002/tea.20345>
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., Jong, T., Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., ... & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Preti, D. (1999). O discurso oral culto. 2. ed. São Paulo, SP: Humanitas Publicações – FFLCH/ USP.
- Sacristán, J. G. (2000). *O currículo: uma reflexão sobre a prática*. Porto Alegre, RS: Artmed.
- Sasseron, L. H. (2015). Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: Relações entre Ciências da Natureza e Escola. *Revista Ensaio*, 17(especial), 49–67. <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>
- Scarpa, D. L., Silva, M. B. A. (2013). Biologia e o ensino de Ciências por investigação: dificuldades e possibilidades. In A. M. P. de Carvalho (org.), *Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula* (pp. 129–152). São Paulo, SP: Cengage Learning.
- Schwartz, R. S., & Crawford, B. A. (2006). Authentic scientific inquiry as context for teaching nature of science: Identifying Critical Elements for Success. In L.B. Flick & N.G. Lederman, (Eds.), *Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education* (pp. 331–355). Dordrecht, Netherlands: Springer.
- 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, 2014. <https://doi.org/10.1007/s11165-0139390-x>
- Souza, F. L., Akahoshi, L. H., Marcondes, M. E. R., & Carmo, M. P. (2013). *Atividades experimentais investigativas no ensino de química*. São Paulo, SP: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo.
- Tamir, P. (1989). Training Teachers to Teach Effectively in the Laboratory. *Science Education*, 73(1), 59–69. <https://doi.org/10.1002/sce.3730730106>
- Trivelato, S. L. F., & Tonidandel, S. M. (2015). Ensino por Investigação: Eixos Organizadores para Sequências de Ensino de Biologia. *Revista Ensaio*, 17(especial), 97–114. <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s06>
- Windschitl, M. (2004). Folk theories of “inquiry:” How preservice teachers reproduce the discourse and practices of an atheoretical scientific method. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 481–512. <https://doi.org/10.1002/tea.20010>
- Zabala, A. (1998). *A Prática Educativa: como ensinar*. Porto Alegre, RS: Artmed.

Zômpero, A., & Laburú, C. (2011). Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. *Revista Ensaio*, 13(3), 67–80.

**Milena Jansen Cutrim Cardoso**

 <http://orcid.org/0000-0001-6723-984X>

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Maranhão  
Campus São Luís - Centro Histórico  
São Luís, Maranhão, Brasil  
milena.cardoso@ifma.edu.br

**Daniela Lopes Scarpa**

 <http://orcid.org/0000-0002-7720-7611>

Universidade de São Paulo  
Instituto de Biociências  
Departamento de Ecologia  
São Paulo, São Paulo, Brasil  
dlscarpa@usp.br

**Submetido em 31 de Janeiro de 2018**

**Aceito em 06 de Agosto de 2018**

**Publicado em 15 de Dezembro de 2018**