

O CICLO INVESTIGATIVO E AS PRÁTICAS EPISTÊMICAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: ESTUDO DE CASO DE UMA SEI SOBRE TERRÁRIOS

THE INVESTIGATIVE CYCLE AND EPISTEMIC PRACTICES IN SCIENCE TEACHING: A CASE STUDY OF A SCIENCE TEACHING SEQUENCE ON TERRARIUMS

EL CICLO DE INVESTIGACIÓN Y LAS PRÁCTICAS EPISTÉMICAS EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS: ESTUDIO DE CASO DE UNA SECUENCIA DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS SOBRE TERRARIOS

Eloísa Cristina Gerolin¹, Rafael Bezerra de Medeiros²

Resumo: Este artigo analisa o engajamento epistêmico de estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental durante uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) sobre o funcionamento de um terrário, com foco na relação entre as fases do ciclo investigativo e as práticas epistêmicas mobilizadas. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, configurada como estudo de caso, cujo corpus é composto por registros escritos produzidos pelos estudantes ao longo da investigação. Os resultados evidenciam que os estudantes refinam progressivamente os critérios sobre o que constitui um dado, ampliam a articulação entre observações empíricas e conhecimentos conceituais e constroem explicações mais coerentes para responder à questão investigativa. Discute-se também o papel da arquitetura didática e da mediação docente na criação de oportunidades para práticas investigativas significativas, destacando a importância do planejamento e das decisões pedagógicas para sustentar o engajamento epistêmico no contexto escolar.

Palavras-chave: Ensino por investigação; Práticas epistêmicas; Ciclo investigativo; Sequência de Ensino Investigativa.

Abstract: This article analyzes the epistemic engagement of sixth-grade students during an Inquiry-Based Science Teaching Sequence (IBSTS) on how a terrarium works, focusing on the relationship between the phases of the inquiry cycle and the epistemic practices mobilized. This is a qualitative case study whose corpus consists of written records produced by the students throughout the investigation. The results show that students progressively refine their criteria for what constitutes data, strengthen the connection between empirical observations and conceptual knowledge, and construct more coherent explanations to address the inquiry question. The study also discusses the role of instructional design and teacher mediation in creating opportunities for meaningful inquiry practices, highlighting the importance of planning and pedagogical decisions in sustaining epistemic engagement in school contexts.

Keywords: Inquiry-based science teaching; Epistemic practices; Inquiry cycle; Inquiry-Based Science Teaching Sequence.

Resumen: Este artículo analiza el compromiso epistémico de estudiantes de sexto grado de Educación Primaria durante una Secuencia de Enseñanza de las Ciencias por Investigación (SECI) sobre el funcionamiento de un terrario, con énfasis en la relación entre las fases del ciclo de investigación y las prácticas epistémicas movilizadas. Se trata de un estudio de caso cualitativo cuyo corpus está compuesto por registros escritos producidos por los estudiantes a lo largo de la investigación. Los resultados evidencian que los estudiantes refinan progresivamente sus criterios sobre lo que constituye un dato, amplían la articulación entre observaciones empíricas y conocimientos conceptuales y construyen explicaciones más coherentes para responder a la pregunta de investigación. También se discute el papel de la arquitectura didáctica y de la mediación docente en la creación de oportunidades para prácticas investigativas significativas, destacando la importancia de la planificación y de las decisiones pedagógicas para sostener el compromiso epistémico en contextos escolares.

Palabras clave: Enseñanza de las ciencias por investigación; Prácticas epistémicas; Ciclo de investigación; Secuencia de Enseñanza de las Ciencias por Investigación.

¹ CEU EMEF Presidente Campos Salles, Secretaria Municipal de Educação de São Paulo – SME/SP. eloisa.gerolin@alumni.usp.br.

² EMEF João XXIII, Secretaria Municipal de Educação de São Paulo – SME/SP. rafaelmedeirosrr@gmail.com.

1 Introdução

Nas últimas décadas, o Ensino por Investigação (EnCI) tem se consolidado como uma abordagem central no campo do Ensino de Ciências, tanto no debate teórico quanto na proposição de práticas pedagógicas voltadas à superação de modelos transmissivos de ensino (Campos; Nigro, 2009). Essa abordagem parte do pressuposto de que aprender Ciências envolve mais do que a assimilação de conceitos prontos, demandando oportunidades para que os estudantes se engajem em processos semelhantes àqueles empregados na produção do conhecimento científico, tais como a formulação de problemas, a elaboração de hipóteses, o planejamento de investigações, a análise de dados e a construção de explicações fundamentadas em evidências (Carvalho, 2013; Sasseron, 2015).

No entanto, apesar da ampla difusão do EnCI no discurso educacional, diferentes estudos têm apontado que sua implementação em sala de aula nem sempre se traduz em experiências investigativas efetivas. Em muitos contextos, atividades classificadas como investigativas limitam-se à execução de procedimentos previamente prescritos, com pouco espaço para a tomada de decisões, a negociação de critérios ou a avaliação crítica de dados e explicações (Osborne, 2014).

Nesse contexto, ganha relevância a análise dos processos de ensino e aprendizagem no contexto de Sequências de Ensino Investigativas (SEIs) (Carvalho, 2013) como uma forma de compreender os movimentos de construção do conhecimento e a aprendizagem das práticas científicas em atividades investigativas. Modelos como o proposto por Pedaste et al. (2015) sistematizam o processo investigativo em fases — orientação, conceituação, investigação, discussão e conclusão — ressaltando o caráter iterativo, não linear e discursivo da investigação científica. Tais modelos são particularmente úteis quando utilizados como instrumentos de planejamento do ensino e de sequências didáticas investigativas, bem como referenciais teóricos analíticos, permitindo investigar como diferentes fases da investigação se materializam em práticas concretas de sala de aula (Cardoso, Scarpa, 2018).

Articulada a essa perspectiva, a noção de práticas epistêmicas tem se mostrado especialmente fecunda para a análise dos processos de ensino e aprendizagem em Ciências. As práticas epistêmicas dizem respeito às formas pelas quais os sujeitos produzem, comunicam, avaliam e legitimam conhecimentos em contextos específicos, sendo fundamentais para compreender como se constroem critérios de validade, evidência e explicação no âmbito escolar (Kelly, 2008; Jiménez-Aleixandre et al., 2008).

Diante disso, este estudo tem como objetivo analisar como estudantes do Ensino Fundamental percorrem o ciclo investigativo em uma SEI e quais práticas epistêmicas são mobilizadas em cada uma de suas fases, a partir da análise dos registros produzidos pelos próprios estudantes ao longo das atividades. O foco analítico também recai sobre a relação entre arquitetura didática da sequência, decisões pedagógicas e engajamento epistêmico dos estudantes, buscando discutir o potencial formativo da proposta para o ensino de Ciências (Kelly & Duschl, 2002).

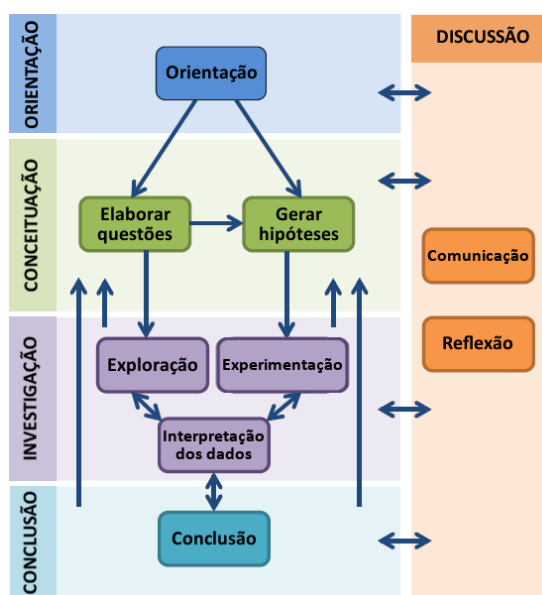
2 Ensino por Investigação e ciclo investigativo

O EnCI fundamenta-se na ideia de que a aprendizagem científica pode ser promovida por meio da participação dos estudantes em atividades que mobilizam modos de pensar, agir e comunicar característicos da Ciência. Essa abordagem não pressupõe a criação de condições para que os estudantes se apropriem de aspectos centrais da prática científica, compreendendo a Ciência como um empreendimento intelectual, social e argumentativo (Carvalho, 2013; Sasseron, 2015).

Diversos autores destacam que uma atividade investigativa, no contexto escolar, deve partir de um problema significativo, envolver o trabalho com dados e evidências, favorecer a formulação e o teste de hipóteses e culminar na construção de explicações teoricamente fundamentadas (Sasseron, 2015). No entanto, esses elementos não se organizam de maneira rígida ou linear, pois tanto na ciência quanto na sala de aula, os processos investigativos caracterizam-se por movimentos de avanço, retorno, reformulação e negociação, mediados por interações discursivas e decisões epistêmicas (Pedaste et al., 2015).

Com base em uma revisão sistemática da literatura, Pedaste et al. (2015) propõem a organização do processo investigativo em um ciclo investigativo, composto pelas fases de orientação, conceituação, investigação, discussão e conclusão. A fase de orientação refere-se ao contato inicial com o problema investigativo; a conceituação envolve a formulação de questões e hipóteses, mobilizando conhecimentos prévios e referenciais teóricos; a investigação diz respeito ao planejamento e à execução de procedimentos de coleta e análise de dados; a discussão perpassa todo o processo, materializando-se em momentos de comunicação, argumentação e reflexão; e a conclusão envolve a construção de explicações e o confronto entre hipóteses iniciais e resultados obtidos.

Figura 1 – Fases e subfases do ciclo investigativo propostas.



Fonte: Pedaste et al. (2015, p. 56, tradução nossa)).

É importante destacar que esse ciclo não deve ser compreendido como um modelo prescritivo ou normativo. Seu valor reside no potencial pedagógico e analítico, permitindo o planejamento de SEIs e a investigação de como os estudantes se engajam nas diferentes fases da investigação e como essas fases se articulam, se sobrepõem e se reorganizam ao longo da atividade. Nesse sentido, analisar o percurso dos estudantes ao longo do ciclo investigativo implica observar não apenas a presença das fases, mas os processos epistêmicos ocorridos em cada uma delas.

3 Práticas epistêmicas no contexto do ensino de Ciências

A noção de práticas epistêmicas tem origem em estudos da filosofia, sociologia e antropologia da Ciência que enfatizam o caráter social, histórico e situado da produção do conhecimento científico (Longino, 2002; Cetina, 2009). Sob essa perspectiva, o conhecimento científico é entendido como resultado de práticas coletivas que envolvem proposição de ideias, comunicação, avaliação crítica e processos de legitimação.

No campo do Ensino de Ciências, diferentes autores têm defendido a relevância de analisar as práticas epistêmicas mobilizadas por estudantes em atividades investigativas, uma vez que tais práticas permitem compreender como os alunos se apropriam das formas de trabalho da Ciência (Kelly & Duschl, 2002; Jiménez-Aleixandre et al., 2008). Kelly (2008) define práticas epistêmicas como as formas pelas quais os membros de um grupo social propõem, comunicam, avaliam e legitimam conhecimentos em uma determinada estrutura disciplinar.

As práticas epistêmicas podem ser organizadas, de modo analítico, em quatro grandes dimensões: proposição, relacionada à formulação de questões, hipóteses e explicações iniciais; comunicação, que envolve a explicitação e socialização de ideias por meio de diferentes linguagens; avaliação, associada à análise crítica de dados, procedimentos e explicações; e legitimação, que diz respeito aos processos pelos quais determinadas explicações, critérios ou procedimentos passam a ser considerados válidos no contexto da atividade (Kelly, 2008).

No contexto escolar, essas práticas não emergem de forma espontânea, mas são profundamente influenciadas pela arquitetura didática das atividades propostas e pelas decisões pedagógicas do professor. Conforme discutido por Carvalho (2013), a forma como a questão-problema é apresentada, o grau de abertura das tarefas e os espaços destinados à discussão e à reflexão são fatores que condicionam as oportunidades de engajamento epistêmico dos estudantes.

Assim, analisar as práticas epistêmicas em articulação com o ciclo investigativo permite compreender de maneira mais refinada como determinadas escolhas didáticas favorecem ou limitam o desenvolvimento de formas de pensar e agir cientificamente. Essa articulação constitui o eixo central da análise desenvolvida neste trabalho.

4 Metodologia

4.1 Abordagem da pesquisa

Este trabalho procura compreender, interpretar e descrever fenômenos socioeducativos considerando o contexto em que se produzem e os significados que emergem em situações reais de ensino e aprendizagem. Por tratar-se de um estudo cujos dados se originam de contextos naturais do cotidiano escolar, a pesquisa se inscreve no campo das metodologias qualitativas em Educação (Lüdke; André, 2014). A pesquisa qualitativa, em particular no campo educacional, abriga diferentes pressupostos sobre conhecimento, investigação e evidência, bem como por técnicas e estratégias de produção e análise de dados, que orientam a construção de inferências em pesquisas empíricas (Sandín Esteban, 2010). Nesse sentido, esta seção explicita as escolhas metodológicas e técnicas que articulam os referenciais teóricos do estudo, o corpus analisado e o percurso analítico adotado.

A pesquisa ancora-se em pressupostos da perspectiva sociocultural, segundo a qual a aprendizagem é compreendida como um processo socialmente mediado, construído por meio de interações, linguagem e participação em práticas culturalmente situadas (Freitas, 1994). Nessa perspectiva, os registros produzidos pelos estudantes ao longo da SEI são entendidos como evidências dos processos de significação, tomada de decisão e construção de explicações desenvolvidos no decorrer da investigação.

4.2 Contexto do estudo e caracterização da sequência de ensino investigativa

Adota-se o estudo de caso como delineamento metodológico, por se tratar de uma estratégia de investigação adequada a fenômenos contemporâneos situados na vida real, em contextos abertos e não controlados, possibilitando uma compreensão aprofundada de processos educacionais em sua complexidade (Yin, 2010). O caso analisado é uma sequência de ensino investigativa (SEI) desenvolvida com estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública municipal de São Paulo. A SEI foi implementada ao longo de 12 dias, estruturada por fichas de atividades e articulada à questão-problema: “O que acontece com uma planta quando a colocamos em um recipiente fechado?”. A coleta de dados ocorreu em 2019, durante o desenvolvimento e registro das atividades da SEI.

A SEI foi organizada em diferentes fichas de atividades, que orientaram os estudantes ao longo do processo investigativo, contemplando momentos de problematização, formulação de hipóteses, planejamento experimental, definição de critérios do que conta como dado, coleta e análise de dados, construção de explicações e comunicação dos resultados. A organização em fichas teve como objetivo estruturar o percurso investigativo sem prescrever rigidamente as ações dos estudantes, possibilitando espaços de tomada de decisão, negociação de critérios e reflexão sobre os procedimentos adotados. Essa arquitetura didática dialoga com propostas de ensino por investigação que defendem a importância de equilibrar orientação docente e autonomia discente no desenvolvimento de investigações escolares (Silva, Gerolin, Trivelato,

2018; Carvalho, 2013).

4.3 Corpus da pesquisa e produção dos dados

O corpus analisado neste estudo é constituído por registros escritos produzidos pelos estudantes ao longo da sequência de ensino investigativa, bem como pelos materiais pedagógicos que estruturaram a proposta. Especificamente, integram o corpus: as fichas de atividades propostas aos estudantes, e os registros escritos individuais e coletivos produzidos por um grupo de estudantes (“Grupo A”) ao longo das diferentes etapas da investigação proposta na SEI.

Os registros escritos são compreendidos, nesta pesquisa, como artefatos centrais para a análise dos processos investigativos, na medida em que materializam decisões, hipóteses, critérios, interpretações de dados e explicações construídas pelos estudantes. Produções escritas e representacionais constituem importantes evidências dos processos epistêmicos mobilizados em atividades investigativas, permitindo acessar aspectos do raciocínio científico escolar (Kelly; Duschl, 2002).

Diferentemente de estudos que se apoiam na análise das interações discursivas, este trabalho centra-se na análise do potencial epistêmico da sequência didática, tomando como foco os percursos investigativos registrados pelos estudantes nas fichas e relatórios. Essa opção metodológica é coerente com pesquisas que investigam a relação entre arquitetura didática, decisões pedagógicas e engajamento epistêmico em atividades de ensino por investigação (Kelly & Duschl, 2002).

4.4 Procedimentos de análise

A análise dos dados foi conduzida por meio de um processo interpretativo e teórico-analítico, orientado por categorias construídas a priori com base na literatura da área de Ensino de Ciências e no referencial metodológico adotado neste estudo. As categorias analíticas foram organizadas a partir da articulação entre dois eixos centrais:

1. Fases do ciclo investigativo, conforme proposto por Pedaste et al. (2015), considerando as etapas de orientação, conceituação, investigação, discussão e conclusão;
2. Práticas epistêmicas, compreendidas como as formas pelas quais os estudantes propõem, comunicam, avaliam e legitimam conhecimentos ao longo do processo investigativo (Kelly, 2008).

O procedimento analítico consistiu em identificar, nos registros escritos dos estudantes, evidências das práticas epistêmicas mobilizadas em cada fase do ciclo investigativo. Para isso, os dados foram organizados de acordo com as fichas da SEI, que estruturam o percurso investigativo, e analisados buscando-se compreender como os estudantes: formularam

hipóteses e explicações iniciais; planejaram e justificaram procedimentos investigativos; definiram critérios do que conta como dado relevante; analisaram e interpretaram os dados obtidos; e comunicaram, avaliaram e legitimaram explicações ao longo da investigação.

A análise também considerou o papel da arquitetura didática da SEI e das decisões pedagógicas na promoção de oportunidades de engajamento epistêmico. Esses aspectos foram discutidos à luz da literatura que destaca a importância do desenho das atividades e das escolhas docentes para o desenvolvimento de práticas investigativas significativas no ensino de Ciências (Carvalho, 2013).

4.5 Considerações éticas

A pesquisa seguiu procedimentos éticos compatíveis com estudos educacionais envolvendo crianças. Antes da coleta, foi apresentado aos responsáveis legais o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), com informações sobre objetivos, tipos de dados coletados (registros escritos em fichas e relatório), formas de uso e armazenamento, garantia de confidencialidade e explicitação de potenciais riscos e cuidados. Em paralelo, foi aplicado aos estudantes o Termo de Assentimento, em linguagem acessível, assegurando compreensão, voluntariedade e direito de recusa ou desistência sem prejuízo às atividades escolares. Participaram apenas estudantes cujos responsáveis assinaram o TCLE e que manifestaram assentimento.

5. Resultados e Discussão

5.1 Fase de Orientação e Conceituação: proposição e comunicação no início do percurso investigativo.

A fase de orientação e conceituação do ciclo investigativo corresponde ao momento em que os estudantes entram em contato com a questão de investigação e passam a mobilizar conhecimentos prévios para formular previsões e hipóteses iniciais, fazendo predominar práticas epistêmicas de proposição e comunicação. Na sequência analisada, essa fase foi estruturada pela Ficha 1, que solicitava explicitamente a elaboração de previsões, hipóteses e sugestões iniciais de investigação (Figura 2).

Figura 2 - Excerto da Ficha 1 com as respostas do Grupo A.

1) Os cientistas chamam de previsão aquilo o que achamos que vai acontecer em uma determinada situação. Pensando na situação trazida pela professora, escreva abaixo a previsão do seu grupo, ou seja, o que vocês acham que aconteceria com uma planta em um recipiente fechado.

Discutindo com o grupo achamos que ela irá morrer.

2) Os cientistas chamam de hipótese a explicação que usamos para justificar a previsão que fazemos sobre uma determinada situação. Agora expliquem os motivos de vocês acreditarem na sua previsão, ou seja, em sua previsão, ou seja, expliquem por que vocês acreditam a previsão de vocês vai acontecer.

*Acreditamos que ela ficará sem água, sem ar e sem luz solar, e seu estoque de água acabará com ela suando.
mas o pote é transparente...*

Fonte: Ficha 1 – Grupo A (dados da pesquisa, 2019).

A análise dos registros escritos evidencia o predomínio das práticas epistêmicas de proposição e comunicação, conforme descritas por Kelly (2008). Ao serem questionados sobre o que acreditavam que aconteceria com a planta em um recipiente fechado, os estudantes registram como previsão: “Discutindo com o grupo achamos que ela [a planta] irá morrer” (Ficha 1, questão 1). Esse enunciado revela uma proposição inicial direta, ainda pouco elaborada conceitualmente, mas coerente com expectativas cotidianas sobre a necessidade de ar e água para a sobrevivência dos seres vivos.

Quando solicitados a justificar essa previsão, os estudantes apresentam uma hipótese que mobiliza elementos causais associados à sobrevivência das plantas, ao afirmarem que “ela ficará sem água, sem ar e sem luz solar, e seu estoque de água acabará com ela suando” (Ficha 1, questão 2). Esse registro evidencia um primeiro esforço de articulação entre o fenômeno investigado e condições explicativas consideradas relevantes pelos estudantes, característica da fase de conceituação do ciclo investigativo (Pedaste et al., 2015).

A análise dessa resposta indica que os estudantes reconhecem de forma relativamente clara os elementos necessários à sobrevivência da planta, como água, ar e luz, mobilizando conhecimentos amplamente difundidos no senso comum escolar. Além disso, a referência ao “estoque de água” e ao processo de “suar” sugere uma noção inicial de transpiração vegetal, conceito fundamental para a compreensão dos processos que ocorrem em sistemas fechados como o terrário. No entanto, embora esses elementos estejam nomeados, observa-se que eles ainda não são articulados em termos dos processos biológicos e físico-químicos que os envolvem. Os estudantes reconhecem a importância do ar, por exemplo, mas não explicitam os processos de trocas gasosas ou os componentes químicos associados a esse fenômeno; do mesmo modo, identificam a necessidade de água, sem mobilizar explicações relacionadas ao ciclo da água ou à dinâmica de evaporação e condensação.

Esses registros indicam, portanto, que os estudantes distinguem os requisitos vitais para a sobrevivência da planta, mas ainda não constroem explicações processuais que integrem esses elementos em um modelo explicativo coerente. Tal característica é compatível com o estágio inicial da investigação escolar, no qual os conhecimentos prévios permitem a identificação de fatores relevantes, mas não sustentam, ainda, uma compreensão integrada dos processos que articulam esses fatores no fenômeno investigado.

A prática de comunicação manifesta-se de forma central nessa fase, uma vez que as ideias dos estudantes são registradas por escrito, tornando-se passíveis de retomada e confronto ao longo da sequência. O registro das hipóteses na ficha inicial não apenas documenta o pensamento dos estudantes, mas também estabelece um referencial que será mobilizado nas fases seguintes, especialmente nos momentos de avaliação e legitimação.

5.2 Fase de Investigação: definição de critérios, produção de dados e repertório teórico-interpretativo.

Na fase de investigação, a sequência favorece a predominância de práticas de proposição e comunicação associadas ao planejamento e a realização de procedimentos voltados à produção de dados que permitam responder à questão de investigação, bem como o desenvolvimento de repertório teórico para interpretar os dados obtidos com o experimento e os fenômenos que ocorrem no terrário (troca de gases, ciclo da água e fotossíntese). Na sequência analisada, essa fase se materializa ao longo das Fichas 1 a 6, bem como nos registros de acompanhamento do experimento realizados ao longo dos dias.

A questão 5 da Ficha 1 (Figura 3) solicita que os estudantes “Proponham um experimento que nos permita entender o que acontece com uma planta quando colocamos ela em um recipiente fechado.” (Ficha 1, questão 5). Em resposta, o grupo propõe: “Pegue um recipiente médio, compre a terra adubada, separe uma muda. Coloque no recipiente a terra e cave um buraco para sua muda. Coloque-a, jogue um pouco de água e deixe um pouco no sol e tape o pote” (Ficha 1, questão 5). Esse registro evidencia a mobilização de práticas epistêmicas de proposição (Kelly, 2008) já que os estudantes começam a planejar procedimentos investigativos, articulando a proposição materiais e procedimentos que permitam a realização de um experimento que forneça dados e evidências que possibilitem responder à questão de investigação.

Figura 3 - Excerto da Ficha 1 com as respostas do Grupo A.

- 5) Proponham um experimento que nos permita entender o que acontece com uma planta quando colocamos ela em um recipiente fechado. Lembrem-se de colocar os materiais necessários e o passo-a-passo do experimento.

Pegue um recipiente médio, compro
a terra adubado, separe uma mini
da.
Coloque no recipiente a terra e
cave um buraco para sua muda
coloque-a, regue um pouco de água e
deixe um pouco no sol e tape o pote.

Fonte: Ficha 1 – Grupo A (dados da pesquisa, 2019).

Ainda na Ficha 1, os estudantes são convidados a responder sobre o que deveria ser observado para reconhecer se uma planta está viva (Figura 4). Esses então afirmam que poderiam observar “a cor e se ela ta mucha”, e ainda hipotetizam que “se estiver amarela morreu por falta de água se estiver curvada estava ‘mucha’” (Ficha 1, questão 6). Esse trecho indica a construção inicial de critérios observáveis, ainda qualitativos, mas explicitamente associados à avaliação do estado da planta.

Figura 4 - Excerto da Ficha 1 com as respostas do Grupo A

- 6) O que vocês devem observar e registrar para reconhecer se um ser vivo como uma planta está vivo?
Justifiquem sua resposta.

Podemos observar a cor e se ela ta
mucha, se estiver amarela morreu por falta
de água se estiver curvada estava mucha.
Legal!

- 7) Com que frequência vocês acham que devem observar o experimento para responder à questão de investigação? Justifiquem sua resposta.

Uma semana pois está um tempo vagando
vel, para que a planta fique sem água e
sem luz.

Legal! Mas nesse período de 1 semana, quantas vezes
devemos ir observar o terrário?
Uma vez por semana.

Fonte: Ficha 1 – Grupo A (dados da pesquisa, 2019).

Esses registros evidenciam a mobilização de critérios observacionais macroscópicos,

baseados em alterações visíveis no estado da planta, como murchamento ou aparência geral. Nesse sentido, a pergunta não se limita a levantar descrições espontâneas, mas cumpre uma função epistêmica central ao orientar o olhar dos estudantes para a definição do que conta como dado relevante para responder à questão de investigação, isto é, quais evidências permitem afirmar se a planta está viva e sobrevivendo em um recipiente fechado. Quando questionados sobre a frequência de observação, os estudantes sugerem inicialmente um intervalo de uma semana, justificando que esse seria um “tempo razoável” para que a planta “fique sem água e sem luz”, e posteriormente refinam essa proposta ao indicar que as observações poderiam ocorrer “uma vez por semana” (Ficha 1, questão 7). Esses registros indicam um engajamento com práticas epistêmicas de proposição e avaliação, ao articularem tempo, frequência de observação e transformação do fenômeno investigado. Assim, a atividade favorece a construção inicial de critérios para a produção e a interpretação de dados, aspecto central para o desenvolvimento do pensamento investigativo no ensino de Ciências (Kelly, 2008).

Figura 5 - Excerto dos registros da coleta de dados do Grupo A

05/06

Descrição: De ontem pro hoje a planta secou um pouco, o pote está cheio de gotas, a terra está molhada, as folhas estão mudando de cor. A nossa planta está secando mais rápido que as outras, está ficando amarelada dourada, e está criando buracos.

33/06

Há algumas raízes saindo da terra, a terra e a areia estão unidas, tem folhas secas e as outras estão com pequenos buracos, o pote tá enbaçado, com a água no fundo do pote.

Fonte: Registro de observação – Grupo A (dados da pesquisa, 2019).

Ao longo do acompanhamento do experimento, os registros evidenciam um refinamento progressivo das observações (Figura 5), tanto em termos de detalhamento quanto na ampliação do que passa a ser considerado passível de registro. Em anotações datadas, o grupo descreve: “De ontem para hoje a planta secou um pouco, o pote está cheio de gotas, a terra está molhada, as folhas estão mudando de cor. A nossa planta está secando mais rápido que as outras, está ficando amarelada dourada, e está criando buracos” (Registro de observação de 05/06/2019). Esse excerto ilustra uma coleta de dados predominantemente descritiva, na qual os estudantes atentam para múltiplos aspectos do terrário — não apenas a planta, mas também a umidade do solo, a presença de gotículas de água na superfície interna do vidro e as alterações visuais das

folhas. Observa-se, assim, a incorporação de diferentes elementos como potenciais dados relevantes, indicando uma ampliação dos critérios inicialmente propostos. Mais do que a seleção imediata do que conta como evidência, o registro evidencia o engajamento dos estudantes no processo de coletar dados em si, prática epistêmica central da ciência, na qual observações são produzidas de forma sistemática e detalhada, podendo ou não, posteriormente, adquirir status explicativo na interpretação do fenômeno investigado. Conforme discutido por Kelly e Duschl (2002), esse movimento de transformar observações em dados e, eventualmente, em evidências constitui um aspecto fundamental das práticas epistêmicas de proposição e avaliação ao longo de investigações científicas. Por fim, podemos notar que a comunicação permanece como prática estruturante nessa fase, uma vez que todas as observações são registradas por escrito, organizadas temporalmente e posteriormente retomadas no relatório final.

As fichas 2, 3, 4, 5 e 6 desempenham a função de fornecer repertório teórico e conceitual ao longo do processo investigativo, oferecendo subsídios para que os estudantes interpretem os fenômenos observados no experimento do terrário. Partindo do pressuposto de que se trata de crianças em processo de aprendizagem em Ciências, essas fichas introduzem atividades que orientam o olhar investigativo e ampliam o repertório explicativo dos estudantes sem apresentar conceitos de forma acabada. Ao abordar temas como o caminho da água na planta, a origem do ganho de massa vegetal, a fotossíntese e as trocas gasosas, as fichas criam condições para que os estudantes articulem suas observações empíricas a modelos explicativos progressivamente mais elaborados. Dessa forma, o experimento não é concebido como fonte exclusiva de descobertas, mas como parte de um processo investigativo mediado por conhecimentos prévios e novos referenciais, em consonância com a compreensão de que a produção de explicações científicas — tanto na escola quanto na Ciência — se apoia em repertórios teóricos compartilhados (Gerolin, 2017).

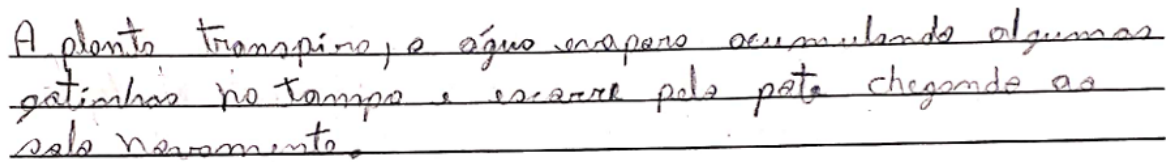
5.3 Fase de Discussão: construção de explicações e articulação de dados com conceitos

Na fase de discussão, o eixo do trabalho desloca-se para a construção de explicações e sua apresentação em linguagem escrita, com predominância de práticas de comunicação e, de modo articulado, de proposição e avaliação (no sentido de selecionar, organizar e relacionar dados e ideias de forma coerente) (Kelly; Licon, 2018). Neste momento os estudantes iniciam o processo de confrontar suas hipóteses iniciais com os dados produzidos, de articular observações a explicações e de justificar conclusões à luz das evidências disponíveis.

A prática de proposição manifesta-se quando os estudantes relacionam os dados produzidos ao longo da investigação aos conhecimentos trabalhados nas fichas teóricas. Ao analisarem se o ciclo da água ocorre no terrário, registram que “A planta transpira a água, evapora acumulando algumas gotinhas na tampa e escorre pelo pote chegando ao solo novamente.” (Ficha 3, questão 1), evidenciando um esforço de interpretar as observações empíricas à luz de um modelo explicativo.

Figura 6 - Excerto da Ficha 3 com as respostas do Grupo A.

- 1) O ciclo da água acontece dentro do terrário? Justifiquem suas respostas com base em observações que vocês realizaram dos seus experimentos.



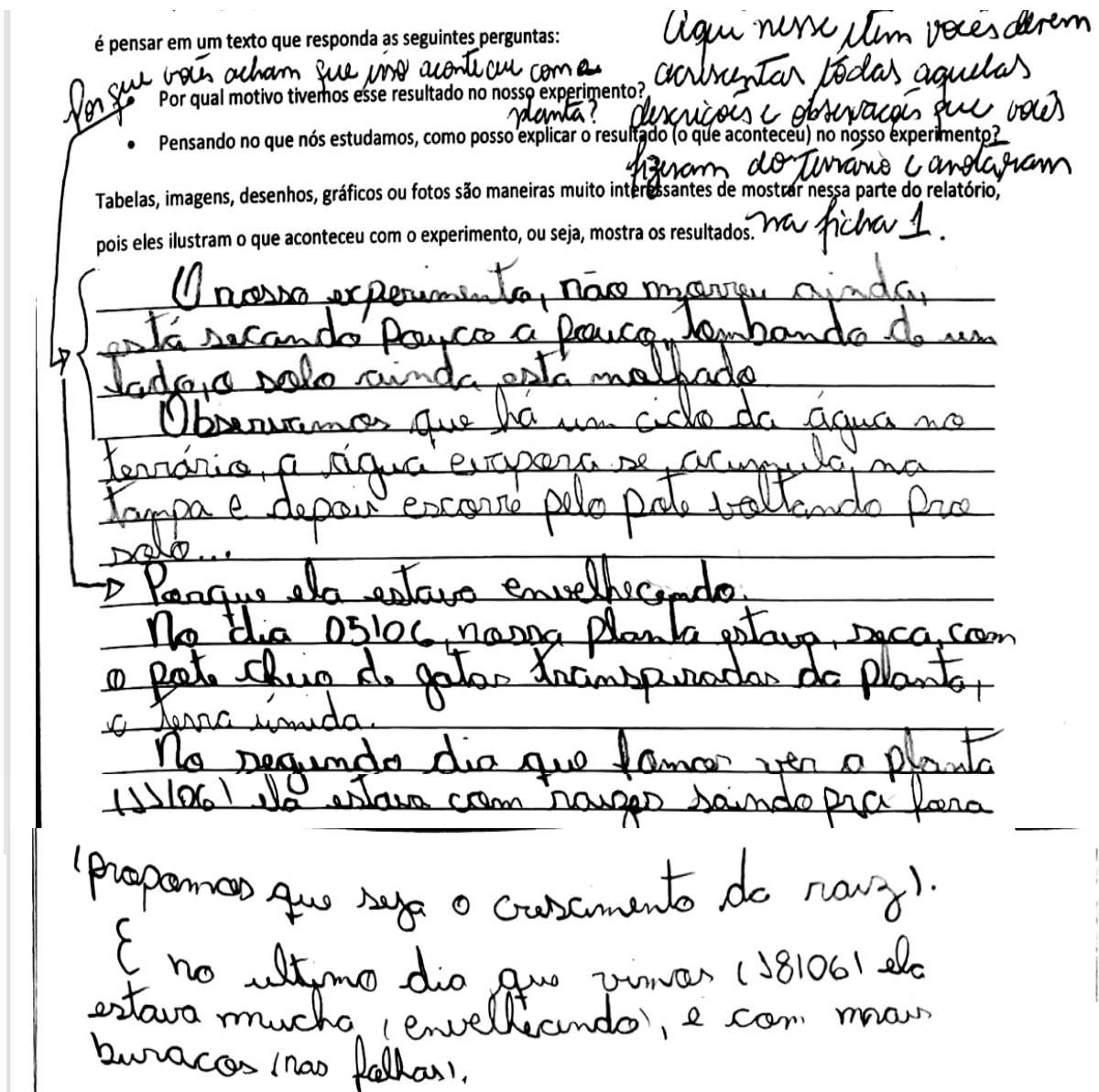
A planta transpira, e a água evapora acumulando algumas gotinhas no tempo e escorre pela parede chegando ao solo novamente.

Fonte: Ficha 3 – Grupo A (dados da pesquisa, 2019).

Nesse processo, a comunicação assume papel central, uma vez que os estudantes são solicitados a explicitar interpretações, organizar resultados e apresentar explicações por escrito. O enunciado produzido sintetiza observações realizadas durante o experimento e as articula a processos conceituais trabalhados ao longo da SEI, como transpiração, evaporação e condensação, indicando um avanço na integração entre dados e explicações científicas.

No texto elaborado em resposta ao item “Resultados” do Relatório Final (Figura 7), observa-se um esforço explícito dos estudantes em organizar, comunicar e avaliar os resultados do experimento à luz do que foi estudado ao longo da sequência. Ao afirmarem que “o nosso experimento não morreu ainda, está secando pouco a pouco, tombando de um lado, o solo ainda está molhado” e que “Observamos que há um ciclo da água no terrário [...]”, os estudantes articulam observações empíricas acumuladas ao longo da coleta de dados com as explicações construídas com base no repertório conceitual trabalhado nas fichas. O texto evidencia também a mobilização de dados temporais, como a referência a datas específicas (“no dia 05/06”, “E no último dia que vimos (18/06)”), indicando a utilização de registros sequenciais como suporte para a avaliação do fenômeno. Além disso, ao relacionarem a transpiração da planta, o escoamento da água e o surgimento de raízes, os estudantes constroem uma narrativa explicativa que busca legitimar suas conclusões a partir da coerência entre dados observados e explicações propostas. Esse movimento revela que a escrita do relatório funciona como espaço privilegiado de síntese explicativa, no qual comunicação, avaliação dos dados e legitimação das explicações se articulam, caracterizando a fase de discussão do ciclo investigativo (Pedaste et al., 2015).

Figura 7 - Excerto do Relatório Final com as respostas do Grupo A.



Fonte: Relatório final – Grupo A (dados da pesquisa, 2019).

5.4 Fase de Conclusão: legitimação das explicações e fechamento do ciclo investigativo

A fase de conclusão do ciclo investigativo corresponde ao momento em que os estudantes retomam a questão de investigação, confrontam suas hipóteses iniciais com os dados produzidos ao longo da investigação e constroem explicações finais que passam a ser consideradas válidas no contexto da atividade, predominando, então, práticas epistêmicas de legitimação. Na sequência analisada, essa fase se materializa de forma mais explícita no Relatório Final, no qual os estudantes são convidados a sintetizar o percurso investigativo e a responder diretamente à questão: “O que acontece com uma planta quando a colocamos em um recipiente fechado?”.

A análise dos registros evidencia que a conclusão não se configura como uma simples repetição de conteúdos trabalhados nas fichas, mas como um processo epistêmico de legitimação sustentado pela articulação entre observações empíricas, conceitos científicos e explicações progressivamente elaboradas (Kelly; Licon, 2018). Ao retomarem a questão investigativa, os estudantes registram (Figura 8): “A partir da investigação, percebemos que há dois ciclos do vapor e da água, então a planta não morrerá. Há coisas que não conseguimos explicar, como uma parte da planta estar seca. A nossa hipótese estava errada, pois nossa planta está bem viva, só uma parte seca” (Relatório Final, Item “Conclusão”). Esse trecho evidencia a estabilização de uma explicação que passa a ser apresentada como resposta válida à questão investigativa.

Figura 8 - Excerto do Relatório Final com as respostas do Grupo A.

5. Conclusão

Aqui vocês finalizarão as ideias apresentadas nos outros itens do texto. O texto da conclusão deve retomar a questão de investigação e aqui vocês também devem apresentar uma resposta para elas. É importante também contar que resultados do experimento ajudam a comprovar as respostas que vocês estão dando para a questões de investigação.

Nessa parte você deve responder perguntas como:

- Qual é a resposta que descobrimos para a questão de investigação?
- O que nós descobrimos/aprendemos com a investigação?
- Nossa previsão e a hipótese estavam certas ou erradas? Por quê?

A partir da investigação, percebemos que há dois ciclos do vapor e da água, então a planta não morrerá.
Há coisas que não conseguimos explicar, como uma parte da planta estar seca.
A nossa hipótese estava errada, pois nossa planta está bem viva, só uma parte seca.

Fonte: Relatório final – Grupo A (dados da pesquisa, 2019).

Esse movimento de legitimação torna-se ainda mais evidente quando os estudantes comparam explicitamente suas conclusões com as hipóteses iniciais. Enquanto, na Ficha 1, o grupo previa que “a planta vai morrer”, na conclusão do relatório afirmam que “a planta não morrerá” em função dos processos que ocorrem no interior do terrário.

Observa-se, também, que a legitimação não ocorre por autoridade externa ou simples aceitação de uma resposta fornecida pela professora, mas pela articulação entre dados empíricos, conceitos trabalhados e explicações construídas ao longo da SEI. A explicação final retoma elementos observados desde a fase de investigação integrando-os em um modelo explicativo mais consistente.

Do ponto de vista do ciclo investigativo, essa fase evidencia o fechamento provisório do percurso, no qual hipóteses iniciais são revistas à luz das evidências produzidas. A hipótese inicial de que a planta “iria morrer” em um recipiente fechado (Ficha 1) é substituída por uma explicação mais elaborada, que reconhece a importância dos ciclos naturais e das trocas de matéria no interior do terrário. Essa revisão indica que as hipóteses iniciais não foram simplesmente abandonadas, mas avaliadas e reformuladas à luz das evidências produzidas, caracterizando um fechamento coerente do ciclo investigativo (Pedaste et al., 2015).

5.5 Arquitetura didática e engajamento epistêmico: como o desenho da SEI e as escolhas docentes sustentam a investigação escolar

As evidências discutidas nas fases anteriores permitem avançar para uma análise transversal do papel da arquitetura didática da SEI — organizada em fichas encadeadas, com alternância entre momentos de problematização, registro, retomada conceitual e síntese. Tal arquitetura não funciona como “roteiro engessado”, mas sim como um percurso pedagógico que sustenta o engajamento epistêmico ao longo do ciclo investigativo. Essa organização favorece a passagem do “achismo inicial” para um percurso em que observações viram dados e, eventualmente, evidências para responder à questão-problema.

Nesse processo, as decisões docentes são centrais porque determinam o que a atividade torna visível como objeto de investigação. Perguntas como “o que observar para reconhecer se está vivo?” deslocam o foco de uma observação genérica para a construção de critérios e indicadores, ajudando os estudantes a compreender que investigar não é só “olhar”, mas definir o que conta como dado e como esse dado será produzido e registrado. Do mesmo modo, a exigência de registros datados e descrições sucessivas cria condições para que os estudantes organizem temporalmente as transformações do terrário, apoiando comparações e inferências mais sustentadas do que impressões pontuais. Assim, o engajamento epistêmico não aparece “apesar” da orientação, mas por causa dela.

As fichas de repertório (ciclo da água, origem da massa vegetal, fotossíntese e trocas gasosas) operam como uma mediação didática decisiva: elas fornecem linguagem, modelos e pistas interpretativas para que as crianças consigam explicar o que observam, sem reduzir o processo a uma transmissão direta de respostas prontas. Isso é especialmente relevante no 6º ano, pois a apropriação de práticas epistêmicas depende de suportes conceituais que tornem possível interpretar dados e construir explicações. A sequência, portanto, articula experimentação e estudo conceitual como dimensões inseparáveis do investigar em sala de aula.

Por fim, a escrita (fichas e relatório) aparece como componente estruturante do engajamento epistêmico: ao solicitar que os estudantes expliquem, organizem resultados e justifiquem conclusões, o desenho da SEI transforma a produção textual em espaço de raciocínio, síntese e estabilização de explicações. Em conjunto, arquitetura didática e escolhas docentes criam oportunidades para práticas investigativas significativas, pois orientam a tomada de decisões, ampliam o repertório interpretativo e sustentam a construção de

explicações progressivamente mais coerentes e comunicáveis. Desse modo, o desenho das atividades não é apenas um “meio” para ensinar, mas um elemento constitutivo do próprio processo de investigação.

6. Considerações finais

As análises do percurso do Grupo A na SEI do Terrário indicam que o ciclo investigativo é um instrumento analítico produtivo para compreender como estudantes, em contexto escolar, percorrem movimentos iterativos de levantamento de ideias, definição de critérios, produção de registros e construção de explicações ao longo de uma investigação. Ao acompanhar as fichas e o relatório, observa-se que os estudantes passam de previsões iniciais apoiadas em “necessidades vitais” para registros mais sistemáticos e descrições mais elaboradas do fenômeno, culminando na formulação de explicações que articulam observações a processos conceituais discutidos na sequência. Esse movimento não é espontâneo, mas fortemente sustentado pela arquitetura didática da SEI e por decisões pedagógicas que orientam o olhar investigativo. Assim, o engajamento epistêmico observado resulta de uma combinação entre autonomia discente e orientação docente, na qual o desenho das atividades cria oportunidades reais para que observações sejam transformadas em dados e, posteriormente, em evidências mobilizadas em explicações.

Como limitação, este estudo focaliza um único grupo e se baseia predominantemente em registros escritos, o que restringe o acesso às negociações discursivas e às dinâmicas interacionais que também modulam o engajamento epistêmico. Pesquisas futuras podem incorporar comparações entre grupos, para aprofundar como diferentes decisões pedagógicas e variações na arquitetura didática influenciam a qualidade dos critérios, das explicações e dos processos de legitimação construídos pelos estudantes em investigações escolares.

REFERÊNCIAS

- ALVES, A. J. O planejamento de pesquisas qualitativas em educação. **Cadernos de Pesquisa**, n. 77, p. 53-61, 1991.
- CAMPOS, M. D. C.; NIGRO, R. G. **Teoria e prática em ciências na escola: o ensino-aprendizagem como investigação**. São Paulo: FTD, 2009.
- 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**, [S. l.], v. 18, n. 3, p. 1025–1059, 2018.
- CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Ed.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. cap. 1, p. 1-20.

CETINA, K. K. **Epistemic cultures**: How the sciences make knowledge. Cambridge: Harvard University Press, 2009.

CRAWFORD, B. A. Learning to teach science as inquiry in the rough and tumble of practice. **Journal of research in science teaching**, v. 44, n. 4, p. 613-642, 2007.

FREITAS, M. T. A. Vygotsky & Bakhtin. **Psicologia e educação**: um intertexto. São Paulo: Editora Ática, 1994.

GEROLIN, E.C. Práticas epistêmicas, comunidades epistêmicas de práticas e o conhecimento biológico: análise de uma atividade didática sobre dinâmica de crescimento populacional. 2017. 304f. **Dissertação** (Mestrado em Ensino de Ciências – Área de Concentração: Ensino de Biologia) - Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. et al. Epistemic practices: an analytical framework for science classrooms. **Annual American Educational Research Association**, 2008, New York.

KELLY, G. J. Inquiry, activity, and epistemic practice. In: DUSCHL, R. A.; GRANDY, R. E. (Ed.). **Teaching scientific inquiry: Recommendations for research and implementation**. Rotterdam: Sense Publishers, 2008. cap. 8, p. 99-117.

KELLY, G. J.; DUSCHL, R. A. Toward a research agenda for epistemological studies in science education. **National Association for Research in Science Teaching**, 2002, New Orleans.

KELLY, G. J.; LICONA, P. Epistemic practices and science education. In: M. Matthews (Ed.), **History, philosophy and science teaching**: New research perspectives. Dordrecht: Springer, 2018, p. 139-165. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-62616-1_5.

LONGINO, H. E. **The fate of knowledge**. Princeton University Press, 2002.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. Rio de Janeiro: E.P.U., 2014.

OSBORNE, J. Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. **Journal of Science Teacher Education**, v. 25, n. 2, p. 177-196, 2014. Acesso em: 28 jan. 2026.

PEDASTE, M. et al. Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. **Educational research review**, v. 14, p. 47-61, 2015. Acesso em: 28 jan. 2026

SANDÍN ESTEBAN, M. P. **Pesquisa qualitativa em educação**: fundamentos e tradições. Porto Alegre: AMGH, 2010.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 17, p. 49-67, 2015. Acesso em: 28 jan. 2026

SILVA, M. B.; GEROLIN, E. C.; TRIVELATO, S. L. F. A importância da autonomia dos estudantes para a ocorrência de práticas epistêmicas no ensino por investigação.

Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 18, n. 3, p. 905–933, 2018. Acesso em: 28 jan. 2026.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookman, 2010.

Recebido em 29 de janeiro de 2026

Publicado em: agosto de 2026