



Sequência de Ensino Investigativa sobre a Densidade dos Corpos: Desenvolvimento em uma Turma de Quinto Ano do Ensino Fundamental

Augusto Garcia da Silva  • Tiago Belmonte Nascimento  • Paulo Vinícius Rebeque 

Resumo

Reportamos neste artigo o desenvolvimento (elaboração, aplicação e avaliação) de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), em uma turma de quinto ano do Ensino Fundamental, sobre o tema científico da densidade dos corpos. Para tal, utilizamos a abordagem didática do Ensino por Investigação, na perspectiva da investigação — na/pela — ação, com o objetivo de possibilitar processos iniciais de Alfabetização Científica (AC) nos estudantes. No plano da investigação, nossos procedimentos metodológicos de coleta e análise de dados foram fundamentados na Filosofia da Linguagem do Círculo de Bakhtin. Assim, elaboramos experimentos manipulativos com roteiros didáticos e aplicamos nossa SEI, com o intuito de reunirmos enunciados dessa situação concreta e, posteriormente, avaliá-los. De modo geral, o desenvolvimento da SEI nos permitiu identificar, nos enunciados dos estudantes, vozes da cultura científica escolar. A partir da proposição de problemas didáticos e da liberdade intelectual dos estudantes, identificamos um processo inicial de AC, em especial, sobre os conceitos científicos de volume, massa e densidade dos corpos. Por fim, sendo esta nossa primeira pesquisa estruturada nos quadros teóricos e metodológicos mencionados, consideramos que futuras ações e investigações poderão ser empreendidas em outros contextos educacionais.

Palavras-chave ENSINO POR INVESTIGAÇÃO • ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA • CÍRCULO DE BAKHTIN

Developing an Investigative Teaching Sequence on Body Density with Fifth Graders

Abstract

In this article, we report the development (elaboration, application and evaluation) of an Investigative Teaching Sequence (ITS) about body density in a fifth-grade classroom of an Elementary School. To this end, we use an inquiry-based teaching approach in and by action as a way to introduce students into the processes of Scientific Literacy (SL). In terms of investigation, our methodological procedures for data collection and analysis were based on the Philosophy of Language by the Bakhtin Circle. Thus, we elaborate manipulative experiments using lesson plan and apply our ITS to log utterances from this concrete situation to later be analyzed. All on the whole, our SEI allowed identifying the voices associated with the culture of science in schools in the students' utterances. Through problem-based learning and bearing in mind the intellectual freedom of students, we identified an embryonic process of SL, especially related with concepts of volume, mass and density of bodies. Finally, since this is our first research using such theoretical and methodological frameworks, we consider that future actions and investigations alike may be undertaken in other education contexts.

Keywords INQUIRY-BASED TEACHING • SCIENCE LITERACY • THE BAKHTIN CIRCLE

Introdução

O Ensino por Investigação utiliza os processos da investigação e conhecimentos científicos para que os alunos aprimorem sua concepção sobre os fenômenos naturais, podendo ajudá-los a aprender a fazer ciência e sobre ciência (Sasseron & Carvalho, 2011). Por vezes, essa abordagem didática é colocada como uma metodologia inédita para o Ensino de Ciências e muito recomendada no contexto educacional brasileiro. Contudo, trata-se de uma temática que possui longa história e, conseqüentemente, uma polissemia nas pesquisas em Educação em Ciências (Strieder & Watanabe, 2018). Por isso, convém esclarecermos que seguiremos o entendimento exposto nas publicações de Sasseron & Carvalho (2011), Carvalho (2013, 2018), Sasseron (2013, 2015), entre outras publicações do Laboratório de Pesquisa em Ensino de Física da Universidade de São Paulo (LaPEF/USP).

O Ensino por Investigação, sobretudo nas aulas de Ciências, representa uma possibilidade de superação do modelo de educação propedêutica, ou seja, de uma cultura escolar historicamente centrada na transmissão de conteúdo científico, desconectado da vida dos estudantes. Em essência, podemos dizer que esta abordagem didática busca promover a Alfabetização Científica (AC) dos estudantes, isto é, o contato e a inserção dos estudantes com a cultura científica escolar. Para isso, utiliza-se de práticas pedagógicas que versam sobre as práticas utilizadas pela Ciência: pensamento lógico, observação e levantamento de hipóteses, manipulação para coleta dados, argumentação e compartilhamento de ideias na análise, entre outras (Sasseron & Carvalho, 2011).

No âmbito do LaPEF/USP, muitas das pesquisas foram empreendidas a partir do desenvolvimento de Sequências de Ensino Investigativas (SEI): um conjunto de aulas estruturadas, que tem por finalidade desenvolver conteúdo ou temas científicos do programa escolar em diferentes contextos de ensino (Carvalho, 2013, 2018). Trata-se, portanto, de uma estratégia que reúne ações e investigações sobre práticas pedagógicas, que buscam AC em sala de aula e que, naturalmente, procuram atender às demandas sociais e oficiais a partir de uma pretensa cultura científica escolar (Sasseron, 2015).

Nesta compreensão, ao propormos o desenvolvimento (elaboração, aplicação e avaliação) de uma SEI, nos entendemos como professores/pesquisadores que, pautados na perspectiva da investigação — na/pela — ação, almejam “a investigação sobre um determinado problema diagnosticado em contexto social (caráter situacional); a intervenção ou ação para resolver o problema e transformar a situação anterior; de novo a reflexão para produzir conhecimento acerca dessa mesma transformação (caráter autoavaliativo)” (Amado & Cardoso, 2014, p. 188).

Ouseja, no desenvolvimento de uma SEI precisamos realizar, enquanto professores, um planejamento didático coerente com os pressupostos do Ensino por Investigação, a fim de criarmos condições iniciais para que os estudantes trilhem um caminho rumo à AC. Na condição de pesquisadores, temos que adotar procedimentos metodológicos adequados para a coleta de dados, bem como sua análise: uma (auto)avaliação de todo o desenvolvimento da SEI. Para tanto, arquitetamos nossas investigações com base na Filosofia da Linguagem do Círculo de Bakhtin (Bakhtin, 2011, 2014; Medviédev, 2012; Volochínov, 2013).

Em acordo com Bakhtin (2011, 2014), entendemos que as interações verbais entre falantes, em determinada situação histórica e social, ocorrem na forma de enunciados: é ao se defrontar com outros enunciados que o sujeito social constrói seus próprios enunciados responsivos e estabelece, assim, um diálogo, uma interação social viva. Por isso, para a realização da presente pesquisa, organizamos um conjunto de dados de natureza linguística, uma cadeia de enunciados orais e escritos, oriundos do específico e determinado contexto (verbal e extraverbal) de desenvolvimento da nossa SEI. Posteriormente, a partir dos caminhos analíticos fundamentados nos contributos teóricos do Círculo de Bakhtin, propostos por Veneu et al. (2015) e Lima et al. (2019) no âmbito do Ensino de Ciências, estruturamos um novo caminho analítico, conforme nossos objetivos e circunstâncias, para (auto)avaliarmos nossa SEI.

Diante do exposto, apresentamos neste artigo nossas ações e investigações para o desenvolvimento de uma SEI dentro do contexto da disciplina de Ciências, em uma turma do quinto ano do Ensino Fundamental de uma escola pública municipal. Para tal, no plano da abordagem didática (da ação), em concordância com o currículo de Ciências do Ensino Fundamental e com os princípios do Ensino por Investigação, nossa SEI versou sobre a temática densidade dos corpos, abordada em sala de aula a partir de experimentos manipulativos investigativos realizados individual e coletivamente pelos estudantes. No plano da pesquisa (da investigação), recorreremos à Filosofia da Linguagem do Círculo de Bakhtin, partindo do pressuposto de que aprender Ciências (sua natureza e seus procedimentos) é apropriar-se da linguagem utilizada pela própria Ciência (vozes da cultura científica escolar) enquanto campo da atividade humana.

Pensando em uma (auto)avaliação, na busca de melhor entendimento sobre os desdobramentos da nossa SEI, tomamos com referência duas questões: É possível identificarmos, nos enunciados responsivos dos estudantes, processos iniciais de AC, sobre os conceitos de volume, massa e densidade dos corpos? Em um âmbito geral, no conjunto das aulas de nossa SEI, quais são os possíveis indicativos que temos sobre a promoção de um ensino investigativo?

Em relação à primeira questão, consideramos processos iniciais de AC porque ela ocorre de modo gradativo ao longo da vida escolar e social do estudante. Quanto à segunda questão, é indispensável uma reflexão crítica sobre o conjunto de nossa SEI, em especial, se nossas ações em sala foram capazes de promover um ensino investigativo.

Para reportarmos nossa pesquisa, em um primeiro momento, apresentamos os referenciais teóricos do Ensino por Investigação, que sustentou o planejamento de nossa SEI, e da Filosofia da Linguagem do Círculo de Bakhtin, que fundamentou nosso percurso analítico. Adiante, descrevemos os procedimentos metodológicos que estruturaram nossa coleta e análise dos dados. Com isso, exibimos os resultados e a nossa interpretação sobre os desdobramentos de nossas práticas pedagógicas. Para encerrar, tecemos nossas considerações finais, indicando possibilidades para o continuar de nossas ações e investigações baseadas na nossa estruturação teórico-metodológica.

Referenciais Teóricos

Ensino de Ciências por Investigação

Enquanto abordagem didática, o Ensino por Investigação pode explorar diversos recursos pedagógicos sobre quaisquer temas científicos. O que se propõe, nas palavras de Carvalho (2013, p. 6), é a criação de “um ambiente investigativo em nossas aulas de Ciências, de tal forma que possamos ensinar (conduzir/mediar) os alunos no processo (simplificado) do trabalho científico, para que eles possam gradativamente ir ampliando sua cultura científica”. É importante dizermos que, no contexto da sala de aula, essa prática investigativa não tem como pretensão a formação de cientistas profissionais.

Tais ações devem ser planejadas e conduzidas pelo professor — como propositor de problemas, orientador de análises e fomentador de discussões, visando a participação ativa dos estudantes (Sasseron, 2015). Elas não podem ser pensadas de modo restrito, por exemplo, por um tipo de atividade didática ou de conteúdo científico do programa escolar (Carvalho, 2013, 2018).

Por essa razão, compreendemos o Ensino por Investigação como uma abordagem didática de grande potencial, para desencadearmos processos iniciais de AC nos estudantes. Esse é um processo contínuo de construção e aperfeiçoamento que, para ser alcançado, precisa ocorrer ao longo da vida social e escolar dos estudantes (Sasseron, 2013, 2015). Consideramos a AC como uma perspectiva formativa no Ensino de Ciências, ou seja, uma cultura científica escolar que procura oportunizar aos estudantes uma nova forma de observar o mundo e seus acontecimentos.

Segundo Carvalho (2018), dois conceitos são essenciais para que o professor estabeleça em sala de aula situações investigativas, a saber: elaboração de problemas e liberdade intelectual, ou seja, “criar condições em sala de aula para os alunos poderem participar sem medo de errar” (Carvalho, 2018, p. 767). Por isso, no planejamento de uma SEI, o professor precisa sintonizar a elaboração de problemas e o grau de liberdade intelectual dado, uma vez que “é o problema proposto que irá desencadear o raciocínio dos alunos. Sem liberdade intelectual, eles não terão coragem de expor seus pensamentos, seus raciocínios e suas argumentações” (Carvalho, 2018, p. 767).

No âmbito de uma SEI, um problema consiste em um ponto de partida: a proposição de situações instigantes, do professor para os estudantes, onde a investigação e o pensar científico são as condições necessárias para resolvê-las (Carvalho, 2013). Trata-se, portanto, de um problema posto *a priori* pelo professor que, potencialmente, a partir do estabelecimento de um ambiente dialógico em sala de aula, despertará nos estudantes a busca por soluções e/ou encontro de novos problemas à luz dos conhecimentos científicos (Sasseron & Carvalho, 2011; Sasseron, 2013, 2015), o que vai de encontro ao Ensino por Investigação.

Portanto, pensando no desenvolvimento de uma SEI no contexto da disciplina de Ciências no Ensino Fundamental (De Brito & Fireman, 2016; Santana, Capecchi & Franzolin, 2018), em uma turma de quinto ano, optamos pela proposição de problemas

a partir de experimentos manipulativos. Visualizamos nesta prática pedagógica uma possibilidade de favorecer as habilidades investigativas dos estudantes, de provocar a necessidade e o prazer pela descoberta do conhecimento (Carvalho, 2013, 2018). Com isso, buscamos elaborar roteiros didáticos para guiar os alunos, com o auxílio do professor, desde a apresentação do problema inicial até a identificação de questões científicas necessárias para sua solução (Capecchi, 2013).

Neste sentido, nos amparamos em Borges (2002) para elaborarmos experimentos didáticos na ótica do ensino investigativo, pois as atividades no laboratório didático possibilitam atingir um leque de objetivos e públicos-alvo, conforme níveis de abertura investigativa. Na Figura 1 apresentamos os níveis de aberturas hierarquizados de 0 a 3.

Figura 1. Níveis de investigação no laboratório de ciências (adaptado de Borges, 2002, p. 306)

Nível de Investigação	Problemas	Métodos	Conclusões
Nível 0 — confirmação: os alunos confirmam um princípio científico baseados em resultados já conhecidos.	Dados	Dados	Dados
Nível 1 — investigação estruturada: os alunos investigam um problema seguindo métodos indicados pelo professor.	Dados	Dados	Em aberto
Nível 2 — investigação guiada: os alunos investigam um problema proposto pelo professor, construindo e selecionando os métodos.	Dados	Em aberto	Em aberto
Nível 3 — investigação aberta: os estudantes investigam problemas que eles formulam, bem como elaboram os métodos de investigação.	Em aberto	Em aberto	Em aberto

Fonte: autoria própria.

Vale ressaltarmos que, a proposição de problemas com base na experimentação por si só, não caracteriza uma abordagem didática investigativa capaz de promover a AC nos estudantes. Conforme nos lembra Carvalho (2018), é preciso que, durante toda ação pedagógica, o professor dê liberdade intelectual para os estudantes, ainda que adote o Nível 0 de investigação. Nos demais níveis, dando ênfase aos processos da investigação científica, entendemos que o principal objetivo de uma aula prática não é, necessariamente, encontrar um resultado já esperado, mas sim o porquê, como chegou-se, ou até mesmo quando não se encontrou tal resultado (Sasseron & Carvalho, 2011).

Retomando o pensamento em nossa SEI, o seu desenvolvimento foi pensado em concordância com as estruturas organizativas para a área de Ciências da Natureza da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Ministério da Educação, 2017). A BNCC pretende assegurar ao aluno o acesso aos conhecimentos científicos, bem como a aproximação gradativa aos principais processos teóricos e práticos da investigação científica, enquanto empreendimento de construção histórica, social e cultural humana (Sasseron, 2018). Dessa forma, torna-se indispensável em nossas ações pedagógicas o estímulo contínuo aos estudantes, oportunizando a definição de problemas, o levantamento de dados, compartilhamento de ideias sobre os resultados alcançados, atividades que promovam comunicação e interação entre todos os estudantes.

De fato, a BNCC nos indica grande sintonia com os pressupostos de um ensino investigativo, que busca despertar processos iniciais de AC nos estudantes. Em especial, ao campo das Ciências da Natureza, na proposição de nossa SEI, buscamos favorecer o exercício à curiosidade intelectual através do compartilhamento da cultura científica escolar. Essa dinâmica engloba “a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (...)” (Ministério da Educação, 2017, p. 9).

Em síntese, todos os embasamentos teóricos expostos acima foram devidamente considerados para estruturarmos nossa SEI, a ser plenamente apresentada ao leitor no subitem “Detalhamento dos processos de elaboração e aplicação da SEI”, que está presente no item “Resultados e Discussão”.

Filosofia da Linguagem do Círculo de Bakhtin

Antes de tudo, precisamos ressaltar que a denominação Filosofia da Linguagem do Círculo de Bakhtin não se trata de uma proposta de investigação científica devidamente formulada pelos autores russos Mikhail Bakhtin, Valentin Volochínov e Pavel Medviédev, que publicaram diversos trabalhos entre as décadas de 1920 e 1930 (Souza, 2002; Faraco, 2009). Em verdade, a identificação do conjunto da obra do denominado Círculo de Bakhtin surgiu posteriormente, no meio acadêmico, como arcabouço teórico sobre os fatos da linguagem para as pesquisas em Educação em Ciências, por vezes referenciada como análise bakhtiniana (Veneu et al., 2015) ou interpretação metalinguística (Lima et al., 2019).

Segundo Bakhtin (2011, p. 283), “aprender a falar significa aprender a construir enunciados”. Falar significa, antes de tudo, moldar nossos enunciados de acordo com determinado contexto e as formas típicas de enunciados que ouvimos ao longo de nossa vida. Ou seja, a utilização da língua se efetua na forma de enunciados, fruto da interação entre pessoas no interior de uma situação social (Bakhtin, 2011, 2014), cujo o cerne é o dialogismo: o discurso de alguém se encontra (dialoga) com o discurso de outrem.

A cadeia dialógica de enunciados envolve vários interlocutores e se constitui de enunciados precedentes (direcionados) e subsequentes (responsivos), originados não apenas na fala dos sujeitos participantes do diálogo (parte verbal expressa), mas também de um contexto amplo, parte extraverbal subentendida (Volochínov, 2013). Com isso, os enunciados não são indiferentes uns dos outros, mas sim elaborados dentro de uma cadeia complexa e pertencente a um determinado campo da comunicação, ou seja, os gêneros discursivos: três elementos que estão indissolivelmente ligados nos enunciados, a saber, tema, organização composicional e estilo de linguagem (Bakhtin, 2011).

Nessa concepção, o enunciado é, por um lado, único e singular por expressar as intenções de seu autor, mas, por outro lado, não é uma produção totalmente livre do sujeito por refletir as condições da situação em que é produzido (gêneros discursivos): todo enunciado constitui-se a partir de outros enunciados, da incorporação, pelo sujeito falante, de vozes de outros enunciados. Isto é, não existe um sujeito único e

soberano na construção de enunciados, dado que é impossível tomar posição sobre um tema, sem relacioná-lo com outras posições: os enunciados são repletos de vozes de outrem, de posicionamentos individuais e de grupos sociais (vozes sociais que refletem posicionamentos, pontos de vista, postura ideológica, etc), dado que o tema (aquilo que se fala na vida), pertence ao todo do enunciado, parte verbal e extraverbal, como apresentação discursiva (Medviédev, 2012).

Efetivamente, não existe enunciado isolado e neutro, pois quando selecionamos as palavras para construí-lo, “costumamos tirá-las de outros enunciados e antes de tudo de enunciados congêneres com o nosso, isto é, pelo tema, pela composição, pelo estilo” (Bakhtin, 2011, p. 292). Por isso, ao admitirmos que “cada enunciado é um elo na corrente complexamente organizada de outros enunciados” (Bakhtin, 2011, p. 272), no seu processo de interpretação, não podemos isolá-lo da cadeia de falantes, tampouco de seu contexto extraverbal. Os enunciados são construídos pelos sujeitos falantes a partir de um tema (daquilo que se fala), conforme a expectativa dos membros da esfera da atividade humana em questão (construção composicional e estilos de linguagem). Em outras palavras, podemos dizer que, enquanto pesquisadores, buscamos compreensão sobre uma cadeia dialógica de enunciados, oriunda de uma situação específica: o desenvolvimento de uma SEI sobre temas científicos comuns no campo da cultura científica escolar.

Em verdade, avaliar essa cadeia dialógica é empreender um olhar interpretativo pois, para analisarmos enunciados que, por natureza, nunca são neutros, criamos outros semelhantes aos analisados, e que também nunca serão neutros (Bakhtin, 2011). Isto significa que o enunciado é sempre intencional, de índole individual e contextual, nunca um produto aleatório desconectado de uma cadeia dialógica. No âmbito da sala de aula, os enunciados são elaborados dentro de um processo que, simultaneamente, responde e direciona a outros enunciados de uma específica esfera da comunicação verbal. Por esse motivo, para analisarmos as interações discursivas de nossas ações pedagógicas, guiadas pelo desenvolvimento de uma SEI em uma turma do quinto ano do Ensino Fundamental, precisamos considerar uma cadeia dialógica de enunciados, levando em conta a relação dos sujeitos do diálogo, seus enunciados precedentes e subsequentes, bem como os contextos imediato (o que foi dito — parte verbal) e amplo (situação — parte extraverbal).

Concluindo, o que apresentamos acima foi uma reunião dos contributos teóricos do Círculo de Bakhtin. Esse encontro deu suporte para a proposição dos quadros analíticos de Veneu et al. (2015) e Lima et al. (2019) e para a construção de nosso próprio percurso analítico na realização da presente pesquisa, que será apresentado a seguir.

Procedimentos Metodológicos

Como estamos engajados na descrição e compreensão de um fenômeno social e complexo, nossos procedimentos metodológicos para realização deste trabalho foram embasados nas concepções da pesquisa qualitativa. Pensando na perspectiva da investigação — na/pela — ação, nossa pesquisa se trata de um processo coletivo que

envolve investigadores e sociedade em estudo, postados em um mesmo plano (Amado & Cardoso, 2014). À vista disso, nossa pesquisa seguiu uma abordagem interpretativa, pois nossos dados, essencialmente de natureza linguística e oriundos de situações concretas identificadas em um delimitado contexto, foram interpretados de acordo com o quadro conceitual da Filosofia da Linguagem do Círculo de Bakhtin (Bakhtin, 2011, 2014; Medviédev, 2012; Volochínov, 2013).

Além de interpretativo, podemos dizer que nossa pesquisa assumiu um caráter colaborativo e participativo. Ela verificou-se na base de articulações entre investigadores e investigados, de modo que os sujeitos investigados — estudantes do Ensino Fundamental de um específico contexto — foram concebidos “como sujeitos ativos, produtores de conhecimento e com uma ‘voz’ a ser ouvida tão legitimamente como a dos investigadores” (Amado & Cardoso, 2014, p. 191).

Antes de iniciarmos a elaboração da SEI, definimos o campo de aplicação: uma turma de quinto ano do Ensino Fundamental de uma escola pública municipal. A escolha se deu pelo fato do primeiro autor deste artigo, na época de realização da SEI, ser estudante de Licenciatura em Física, atuar como estagiário na referida turma e ter uma familiaridade inicial com o Ensino por Investigação através das leituras de artigos e livros.

A partir disso, apresentamos à direção da Escola o planejamento de nossa SEI, nossos propósitos de investigação e um Termo de Esclarecimento e Consentimento. Com a anuência da direção, no início da aplicação de nossa SEI dialogamos com a professora titular e os estudantes da turma de quinto ano sobre as nossas intenções de pesquisa acadêmica e as estratégias adotadas para reunirmos informações neste contexto: gravações de áudio no ambiente de realização das aulas e o recolhimento de roteiros didáticos preenchidos pelos estudantes. Assim, o *corpus* de nossa pesquisa foi organizado pelo primeiro autor, inicialmente na descrição do contexto extraverbal (anotações em diários de campo) e, posteriormente, ao longo do processo de aplicação da SEI. Concluída esta etapa, demos início a (auto)avaliação da cadeia dialógica dos enunciados, oriundos deste delimitado contexto, seguindo um caminho analítico que elaboramos com base nas proposições de Veneu et al. (2015) e Lima et al. (2019).

Em uma análise bakhtiniana (Veneu et al., 2015), a primeira etapa consiste em identificar o enunciado enquanto unidade da comunicação verbal. Desse modo, consideramos a alternância entre os sujeitos falantes como um limite preciso. Isto é, o enunciado começa e termina quando um falante concluiu o que gostaria de dizer e, naturalmente, permite que o outro sujeito participante do diálogo também se manifeste. Nesta etapa, segundo Lima et al. (2019), podemos também identificar o tema do enunciado (o objeto do qual se fala), os autores (interlocutores) e as condições (espacial, “onde”, e temporal, “quando”).

Uma segunda etapa na análise bakhtiniana, a ser realizada de modo concomitante com a primeira, consiste na descrição do contexto extraverbal, ou seja, da compreensão da situação histórica e social em que as interações discursivas ocorrem. Isso nos permite perceber as relações existentes entre os sujeitos do diálogo, as intenções do

locutor (que direciona seus enunciados) para o auditório (potencial respondente). Conseqüentemente, ao identificarmos a cadeia dialógica de enunciados e seu contexto extraverbal, identificamos os gêneros discursivos (tema, organização composicional e estilo de linguagem), uma vez que estes são moldados conforme a esfera da atividade humana em que os integrantes do diálogo estão inseridos.

No escopo de nossa pesquisa, entendemos as etapas mencionadas como prévias à (auto)avaliação, realizada com base nas perguntas de pesquisa que elencamos: é possível identificarmos enunciados responsivos dos estudantes, processos iniciais de AC, sobre os conceitos de volume, massa e densidade dos corpos? Em um âmbito geral, no conjunto das aulas de nossa SEI, quais são os possíveis indicativos que temos sobre a promoção de um ensino investigativo?

Melhor dizendo, seguindo o entendimento do Círculo de Bakhtin, a partir do conceito de direcionalidade, elaboramos enunciados precedentes (roteiros didáticos para os experimentos manipulativos), buscando despertar nos estudantes enunciados responsivos (subseqüentes). O professor (locutor) direciona seus enunciados aos estudantes (auditório) com o intuito de provocar respostas, compondo, assim, a cadeia dialógica que reunimos como *corpus* de pesquisa durante a aplicação da SEI. Este contexto se refere ao ponto de vista de indicativos de AC dos estudantes e da identificação de enunciados responsivos, com as vozes da cultura científica escolar (sobre os conceitos científicos de massa, volume e densidade).

Por um lado, seguindo os pressupostos do ensino investigativo, fundamental para despertarmos processos iniciais de AC nos estudantes, elaboramos atividades experimentais manipulativas e seus respectivos roteiros didáticos. Essas atividades foram pensadas de modo intencional (direcionalidade dos enunciados), para apresentarmos problemas didáticos aos estudantes. Com isso, buscamos mediar as interações discursivas no ambiente da sala de aula, dando liberdade intelectual aos estudantes para se expressarem sobre os conceitos científicos de volume, massa e densidade dos corpos.

Por outro lado, amparados nos contributos do Círculo de Bakhtin, empreendemos uma interpretação sobre os enunciados responsivos dos estudantes (respostas das questões dos roteiros didáticos, enunciados escritos, e manifestações de fala ao longo das aulas, enunciados orais). Desse modo, esperamos ter condições de identificar, por exemplo, vozes sociais, oriundas da vida cotidiana, e vozes da cultura científica escolar. Para além, queremos olhar de forma reflexiva e crítica para nossa SEI, reconhecendo situações favoráveis na promoção da AC, sempre tendo em mente a cadeia dialógica de enunciados dos sujeitos que falam e de onde eles falam. Trata-se, portanto, de produzirmos novos enunciados que expressam nossa visão sobre os desdobramentos de nossa SEI, o que justifica falarmos em (auto)avaliação.

Por fim, é importante ressaltarmos que nos procedimentos de análise dos dados, para evitarmos qualquer possibilidade de identificação dos estudantes, utilizamos as siglas E01, E02, ..., E19 ao mencionarmos enunciados orais proferidos pelos estudantes (gravados em áudio ou anotados em diário de campo). Os roteiros didáticos preenchidos

pelos estudantes (enunciados escritos) foram escolhidos, para a análise, de maneira aleatória. Ou seja, realizamos um sorteio entre os roteiros dos estudantes que estavam presentes em todas as etapas da SEI.

Resultados e Discussão

Neste item, apresentamos nossa análise em três etapas: detalhamento dos processos de elaboração e aplicação da SEI, análise dos enunciados (indicativos de AC e sobre o todo da SEI) e um olhar (auto)avaliativo. No primeiro subitem, com base nas anotações do diário de campo, descrevemos nosso planejamento para a realização da SEI, sobretudo o contexto extraverbal, que nos orientou nas tomadas de decisões. Na sequência, expomos as dinâmicas realizadas ao longo das aulas da SEI, dando ênfase aos enunciados responsivos dos estudantes, oriundos dos questionamentos propostos nos roteiros didáticos A e B. Para finalizar, tecemos reflexões sobre os caminhos percorridos na aplicação da SEI e suas potencialidades, para a promoção de um ensino investigativo capaz de despertar nos estudantes processos iniciais de AC.

Detalhamento dos processos de elaboração e aplicação da SEI

Alinhados à perspectiva da investigação — na/pela — ação, nossas escolhas foram tomadas a partir de uma situação previamente identificada, pois o estagiário possuía familiaridade com o contexto de aplicação da SEI. Nesse sentido, as decisões tomadas foram fundamentais para identificarmos o contexto extraverbal da situação, realizarmos a SEI da forma mais natural possível e favorecer a liberdade intelectual dos estudantes.

Do mais, seguimos a programação dos conteúdos da professora titular da turma (previamente compartilhados com o estagiário), na disciplina de Ciências. Assim, delineamos como conteúdo disciplinar da SEI, os conceitos científicos relacionados à densidade dos corpos, propostos na unidade temática Matéria e Energia da BNCC, no tópico sobre as Propriedades Físicas dos Materiais (Ministério da Educação, 2017, p. 340). A partir dessas definições, apresentamos nosso planejamento da SEI para a professora e para a direção da Escola. Prontamente, houve anuência para executarmos nossas atividades pedagógicas, a serem predominantemente mediadas pelo estagiário (primeiro autor), com a presença da professora titular da turma durante todo o processo.

Como já mencionado, ao longo de nossa SEI, optamos pela proposição de problemas a partir de experimentos manipulativos. Em função de nosso conhecimento da infraestrutura da escola (contexto extraverbal), planejamos a realização dos experimentos manipulativos na própria sala de aula. Com o auxílio de roteiros didáticos embasados no nível 1 de abertura investigativa¹, propomos aos estudantes a investigação de problemas a partir da indicação de métodos.

1 Os roteiros didáticos para os experimentos manipulativos (denominados de roteiros didáticos A e B) foram elaborados respeitando a faixa etária dos estudantes, permitindo que eles escrevessem ou desenhassem (enunciados responsivos) suas soluções aos problemas propostos (enunciados direcionados).

Seguindo o entendimento de Bakhtin (2011, 2014), a partir do conceito de direcionalidade, elaboramos enunciados precedentes buscando despertar nos estudantes enunciados responsivos (subsequentes), moldados em concordância com os gêneros discursivos da cultura científica escolar. Em outras palavras, o professor, na condição de locutor, direcionou seus enunciados aos estudantes (auditório) com o intuito de suscitar respostas destes, compondo assim, a cadeia dialógica que reunimos como *corpus* de pesquisa. Isto significa que, os roteiros didáticos foram intencionalmente elaborados para fins de mediação, na discussão sobre os conceitos científicos de volume, massa e densidade dos corpos, de modo a identificarmos uma cadeia dialógica de enunciados proferidos no interior dessa situação concreta.

Em resumo, nossa SEI foi aplicada durante uma única semana, com duração total de quatro períodos de 55 minutos cada. Foram divididos em um encontro de um período e outro de três períodos, após dois dias. Na Figura 2, apresentamos nosso planejamento para cada aula da SEI e nossas perspectivas com a proposição de uma aula investigativa.

Figura 2. *Resumo descritivo das aulas da nossa SEI sobre a densidade dos corpos*

Principais propostas pedagógicas durante as aulas	
Aula 01	<p><u>Objetivo Principal:</u> abordar o conceito de volume.</p> <p>Partir das concepções prévias dos estudantes sobre a palavra volume para, então, progressivamente formularmos este conceito no âmbito do conteúdo disciplinar em questão.</p> <p><u>Atividade experimental:</u> com a utilização de duas massinhas de modelar de diferentes cores (inicialmente idênticas no tamanho), cada estudante deverá manipular as massinhas de modo a elaborarem diferentes objetos.</p> <p>Planejada com base no nível 01 de abertura investigativa e para ser realizada individualmente, após a manipulação das massinhas de modelar, os estudantes poderão desenhar e classificar os objetos que elaboram de acordo com uma análise comparativa do volume (isto é, identificar qual objeto possui maior volume).</p> <p><u>Roteiro didático A:</u> O que é volume?, com questões abertas para escrever e desenhar.</p> <p>As questões propostas buscam problematizar o conceito de volume, a partir da percepção do tamanho dos objetos elaborados com as duas massinhas de modelar. Em uma situação inicial, duas massinhas de modelar possuem o mesmo tamanho e, após a manipulação, será possível compará-las, especificamente, no que diz respeito ao tamanho.</p> <p><u>Perspectivas:</u> despertar a participação ativa dos estudantes com a manipulação das massinhas, proporcionar um ambiente de diálogo e discussão para a solução dos problemas elencados no roteiro didático A.</p>

Fonte: autoria própria.

Figura 2. *Resumo descritivo das aulas da nossa SEI sobre a densidade dos corpos (continuação)*

Principais propostas pedagógicas durante as aulas	
Aula 02	<p><u>Objetivo Principal:</u> abordar os conceitos de massa e densidade dos corpos.</p> <p>Resgatar as ideias da aula passada sobre volume, para introduzir uma discussão inicial sobre os conceitos de massa e densidade (conhecimentos prévios dos estudantes) para, na sequência, formular esses conceitos segundo o tema disciplinar em questão.</p> <p><u>Atividade experimental:</u> com a utilização de 12 objetos de diferentes tamanhos, balança digital e uma bacia com água, elaborar hipóteses e verificar quais objetos afundam ou flutuam na água.</p> <p>Planejada com base no nível 01 de abertura investigativa, e para ser realizada em grupos. Em um primeiro momento, os estudantes deverão hierarquizar os objetos segundo a massa que possuem (fase de levantamento de hipóteses). Na sequência, fase de verificação, será utilizada a balança para medir a massa dos objetos.</p> <p><u>Roteiro didático B:</u> O que é densidade?, com questões abertas para escrever e desenhar, além de questões para o preenchimento de tabelas (coleta e organização de dados experimentais).</p> <p>As questões propostas buscam orientar os estudantes no levantamento de hipóteses: sobre a massa que os objetos possuem e se estes afundam ou flutuam quando colocados na água. Com isso, os experimentos serão realizados com o intuito de verificação das hipóteses formuladas.</p> <p><u>Perspectivas:</u> incentivar o trabalho em equipe nos estudantes, motivar o levantamento de hipóteses para os problemas propostos no roteiro didático B, apresentar a balança digital como instrumento de medição útil para a verificação das hipóteses levantadas, analisar experimentalmente quais objetos afundam e flutuam na água.</p>

Fonte: autoria própria.

Por fim, importa-nos salientar que, na aplicação da SEI a turma contava com 19 estudantes matriculados (18 presentes na aula 01 e 17 presentes na aula 02), com idades entre 10 e 12 anos. Para além, vale destacarmos que a realização da SEI não foi um evento à parte na rotina escolar dos estudantes. O estagiário já convivía com a turma (possuía familiaridade com o ambiente), e o cronograma disciplinar programado pela professora titular foi seguido normalmente antes, durante e depois da realização de nossa SEI.

Análise dos enunciados: indicativos de AC

Descrito o contexto extraverbal, exibimos a seguir, nossa análise interpretativa sobre a cadeia dialógica de enunciados oriunda das interações discursivas no âmbito de nossa SEI. De fato, neste tópico, nos concentramos em identificar as vozes dos estudantes consonantes com a vida social e com a cultura científica escolar. Dessa maneira, os recortes que apresentaremos ao longo dessa análise (enunciados responsivos dos estudantes), seguem a sequência das perguntas dos roteiros didáticos A e B, tendo em vista nossa intencionalidade de estabelecer um ambiente investigativo em sala de aula com potencial para desencadear processos iniciais de AC nos estudantes.

Primeira aula: sobre o conceito de volume

Neste primeiro encontro da SEI, a atividade experimental manipulativa foi guiada pelo roteiro didático A, cujas questões propostas foram preenchidas individualmente pelos estudantes. Ressaltamos que durante toda aula o estagiário conduziu debates em grande grupo com o intuito de favorecer a liberdade intelectual, de tal forma a oportunizar aos estudantes um espaço colaborativo na busca de soluções para os problemas colocados.

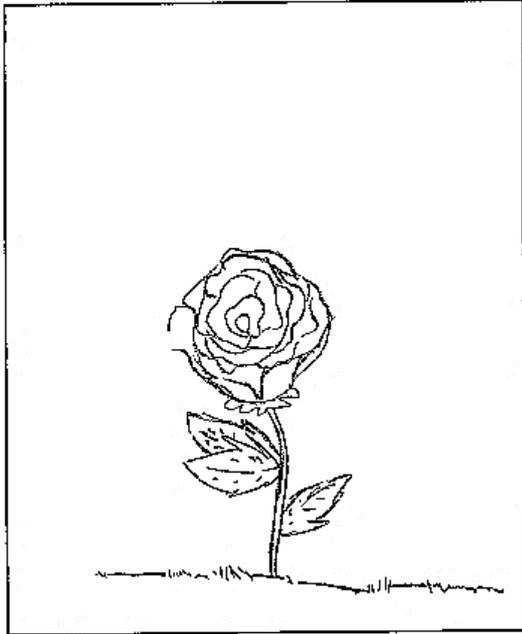
Em um diálogo inicial com a turma, apenas para dizermos que na aula conversaríamos sobre o conceito de volume, alguns estudantes relacionaram a ideia dessa palavra com o som: volume dos aparelhos de rádio e televisão. Em essência, esses enunciados representam as vozes que os estudantes carregam de suas vidas sociais. Entretanto, ao iniciarmos a atividade experimental guiada pelas questões do roteiro didático A, não identificamos nos enunciados dos estudantes nenhuma percepção sonora para o volume. Com isso, acreditamos que nossas perguntas (enunciados com direcionalidade), assim como o contato com as massinhas de modelar, evidenciaram aos estudantes sobre “qual tipo de volume estávamos nos referindo”, o que desencadeou os enunciados responsivos dos estudantes alinhados ao tema proposto.

No início da atividade experimental propomos aos estudantes a manipulação das massinhas: “1. Com uma das massinhas, faça um objeto que tenha pouco volume” e “2. Com a outra massinha, faça um objeto que tenha bastante volume”. Essa primeira etapa foi realizada pelos estudantes com naturalidade, sem nenhum questionamento.

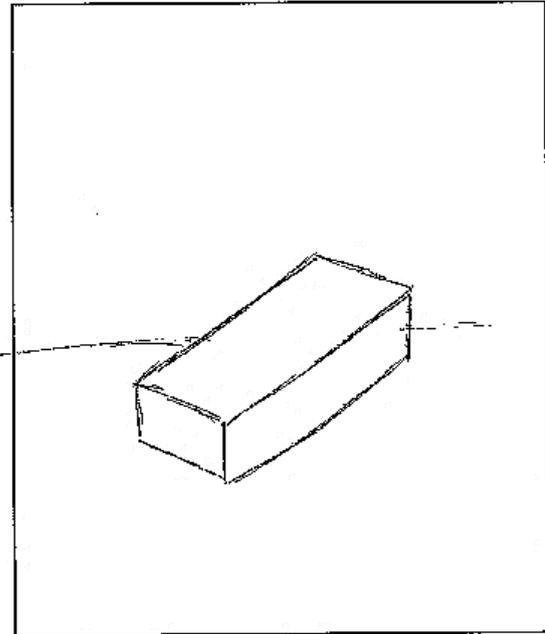
Com o objetivo de oportunizarmos aos estudantes outras maneiras de se expressarem, de favorecermos a liberdade intelectual, as questões 3 e 4 do roteiro didático A, propuseram a elaboração de desenhos dos objetos elaborados com as massinhas de modelar. Neste momento da aula, cabe destacarmos que alguns estudantes compartilharam uns com os outros seus respectivos objetos moldados com as massinhas e desenhados, o que desencadeou diálogos comparativos sobre o tamanho dos objetos. A título de exemplo, para mostrarmos a criatividade dos estudantes ao fazerem seus desenhos, expomos na Figura 3 as respostas das questões 3 e 4 do estudante E03.

Figura 3. Desenhos elaborados pelo estudante E03 como resposta para as questões 3 e 4 do roteiro didático A

3. Desenhe o objeto de menor volume



4. Desenhe o objeto de maior volume



Fonte: Dados coletados para a pesquisa.

Posteriormente, ao manipularem as massinhas de modelar de diferentes cores, dividindo-as em vários pedaços, os estudantes associaram espontaneamente a noção de menos massinha como algo de menor volume. Podemos entender este episódio como um momento de levantamento de hipóteses dos estudantes, promissor para a construção de um conceito de volume mais complexo, conforme observado nos enunciados de dois estudantes, respostas da questão 5 do roteiro didático A, Figuras 4 (a) e (b).

Figura 4. Recorte da resposta 5 do roteiro didático A dos estudantes (a) E01 e (b) E05

5. Pegue toda a massinha de uma cor e faça uma esfera, em seguida, pegue toda a massinha da outra cor e faça um cilindro. Qual dessas formas possui maior volume? Com quais ideias você explicaria isso? (a)

É a esfera porque o cilindro é mais fino!

Fonte: Dados coletados para a pesquisa.

Figura 4. Recorte da resposta 5 do roteiro didático A dos estudantes (a) E01 e (b) E05² (continuação)

5. Pegue toda a massinha de uma cor e faça uma esfera, em seguida, pegue toda a massinha da outra cor e faça um cilindro. Qual dessas formas possui maior volume? Com quais ideias você explicaria isso? (b)

A esfera. Porque ela ocupa um espaço maior.

Fonte: Dados coletados para a pesquisa.

Entendemos que esses enunciados ilustram a noção espacial que os estudantes atribuíram ao conceito volume, após a realização da atividade experimental em sala de aula. As expressões do aluno E01 “mais fino” e “ocupa um espaço maior” do aluno E05, por exemplo, nos indicam o início de um olhar da cultura científica escolar para o conceito de volume, uma tentativa de caracterizar os objetos de acordo com sua forma geométrica.

Finalizamos o primeiro encontro com as questões 7 e 8 do roteiro didático A. Nossa intenção foi promover um momento de compartilhamento de ideias entre os estudantes, referente às práticas experimentais com as massinhas de modelar. Assim, apresentamos nas Figuras 5 (a) e (b) enunciados proferidos por outros dois estudantes.

Figura 5. Recorte das respostas 7 e 8 do roteiro didático A dos estudantes (a) E10 e (b) E15

7. O que faz um objeto ter um menor volume? (a)

Ele ser mais requinho e menos cheio ou ser os dois.

8. O que faz um objeto ter um maior volume?

Ele ser maior e ser mais cheio ou ser os dois.

Fonte: Dados coletados para a pesquisa.

² Transcrições da questão 5 do roteiro didático A: E01 “É a esfera porque o cilindro é mais fino” e E05 “A esfera. Porque ela ocupa um espaço maior”.

Figura 5. Recorte das respostas 7 e 8 do roteiro didático A dos estudantes (a) E10 e (b) E15³ (continuação)

7. O que faz um objeto ter um menor volume?

(b)

O objeto de menor volume porque tem menos massinhas.

8. O que faz um objeto ter um maior volume?

É que tem maior volume tem mais massinhas.

Fonte: Dados coletados para a pesquisa.

Levando em consideração a faixa etária dos estudantes, bem como nossos objetivos de promover o início de um processo de AC, julgamos as respostas de E10, sobretudo pelas expressões “ser mais pequeno e menos cheio” e “ser maior e ser mais cheio”, como adequadas. Neste caso, ao escrever “mais/menos cheio” referindo-se ao tamanho das esferas, E10 identifica a relação de proporcionalidade entre volume e tamanho para as esferas moldadas com as massinhas, a partir de uma análise comparativa.

Quanto ao enunciado escrito de E15, identificamos uma associação do volume do objeto com a quantidade de massinha que ele possui: objeto de maior volume possui mais massinha. Entendemos que a percepção expressa por E15 não pode ser considerada completamente errada: um objeto com “mais massinha” não possui obrigatoriamente um volume maior do que um objeto com “menos massinha”, mas este caso pode sim acontecer. Todavia, identificamos este episódio apenas no momento de nossa análise para escrita do presente artigo, o que inviabilizou uma problematização em sala de aula dessa situação, mas que certamente nos deixa atentos para futuras aplicações dessa SEI.

Ao analisarmos por completo as atividades empreendidas nesta aula da SEI, entendemos que os estudantes foram capazes de diferenciarem a ideia de volume: que pode ser associada ao som (aparelhos de rádio e TV, por exemplo) ou a uma característica dos objetos. Com isso, identificamos a prevalência nos enunciados dos estudantes da ideia de que o volume de um objeto está associado ao seu tamanho.

Essa constatação ilustra para nós um processo inicial de AC: uma apropriação dos estudantes (presentes em seus enunciados responsivos) das vozes da cultura científica

³ Transcrições da questão 7 do roteiro didático A: E10 “Ele ser mais pequeno ou menos cheio ou ser os dois” e E15 “O objeto de menor volume porque tem menos massinha”. Transcrições da questão 8 do roteiro didático A: E10 “Ele ser maior e ser mais cheio ou ser os dois” e E15 “E que tem maior volume tem mais massinha”.

escolar para se expressarem sobre o conceito de volume no contexto em questão⁴. A aprendizagem conceitual que identificamos nos enunciados dos estudantes se trata de um processo inicial, de inserção desses estudantes na cultura científica escolar. Conforme já dissemos, a AC é um processo permanente de aperfeiçoamento, de constante busca de apropriação/compreensão da cultura científica escolar.

Ao finalizarmos nossa análise sobre a primeira aula de nossa SEI, percebemos que a ausência de questões sobre a relação entre volume e massa dos objetos foi uma limitação do roteiro didático A. Nesse sentido, vale nosso destaque de que o planejamento de uma SEI é contínuo, está sempre em estado de reformulação e, por isso, nossas investigações de (auto)avaliação são fundamentais para tal finalidade.

Segunda aula: sobre os conceitos de massa e densidade dos corpos

Continuamos com o planejamento de uma atividade experimental manipulativa no segundo encontro de nossa SEI, contudo, com a realização em grupo e com o preenchimento individual do roteiro didático B. Novamente, o estagiário conduziu as ações pedagógicas, a partir de um ambiente favorável para os estudantes serem protagonistas na manipulação dos objetos da atividade experimental.

De início, na etapa de levantamento de hipóteses, buscamos avaliar a proximidade dos estudantes com a noção de massa e de volume dos objetos. Neste caso, utilizando o termo “peso” por ser uma palavra familiar ao nosso cotidiano (vozes sociais). Com isso, propomos aos estudantes, nas questões 1 e 2 do roteiro didático B, organizarem os objetos da Figura 6 do “mais pesado” para o “mais leve” e do “de maior volume” para o “de menor volume” de maneira intuitiva. Isto é, deixando os objetos expostos em uma mesa para visualização, mas sem permitir, por enquanto, uma análise sensorial.

Figura 6. Materiais utilizados, e respectivas quantidades, no experimento da segunda aula

Objeto	Quantidade	Objeto	Quantidade
Ovo cozido	1	Pedaço pequeno de isopor	1
Ovo cru	1	Pedaço grande de isopor	1
Clipe para papel	10	Maça	1
Palito de fósforo	10	Uva	1
Parafuso	1	Bola de vôlei	1
Bolinha de gude	2	Bacia grande com água	1
Bastão de vidro	1	Balança digital	1

Fonte: autoria própria.

Como exemplo, exibimos na Figura 7 (a) os 12 objetos utilizados na atividade experimental, enquanto que na Figura 7 (b) apresentamos as respostas de E07 sobre a hierarquização do “peso” dos objetos.

⁴ Lembrando que o conceito de volume interpretado como som também está presente na cultura científica escolar, especificamente no estudo de acústica.

Figura 7. (a) Fotografia dos objetos utilizados para a realização da atividade experimental e (b) Recorte da resposta 1 do roteiro didático B do estudante E07⁵



1. Faça uma lista de todos objetos que utilizaremos no experimento. Comece pelo qual você acredita ser mais pesado: (b)

- | | | |
|-----------------------------|----------------------|--------------------------|
| 1. <u>O bastão de vidro</u> | 5. <u>Maça</u> | 9. <u>isopor</u> |
| 2. <u>bolita</u> | 8. <u>ovo cozido</u> | 10. <u>fosforo</u> |
| 3. <u>ovo cru</u> | 7. <u>parafuso</u> | 11. <u>isopor grande</u> |
| 4. <u>bola de volei</u> | 6. <u>Uva</u> | 12. <u>isopor</u> |

Fonte: Dados coletados para a pesquisa

Nos diálogos com a turma durante a realização da questão 1, muitos estudantes manifestaram que não possuíam familiaridade com bastão de vidro, único objeto que eles não tinham contato cotidiano. Em uma análise global, sobre as respostas das questões 1 e 2 do roteiro didático B, notamos que nenhum aluno fez uma hierarquização seguindo a lógica de objetos com maior volume possuírem maior peso (massa).

Ainda que, nesta etapa, buscamos elementos fundamentados na fase de hipóteses dos alunos, não pedimos uma argumentação sobre a hierarquização apresentada e, por isso, ficamos sem condições de uma avaliação mais detalhada sobre essa questão. Pensando em futuras aplicações dessa SEI, tal fato indica a necessidade de complementar essa questão do roteiro didático B e instigar os estudantes a exporem suas explicações.

⁵ Transcrição da questão 1 do roteiro didático B: E07 “1. O bastão de vidro; 2. bolita; 3. ovo cru; 4. bola de volei; 5. Maça; 6. ovo cozido; 7. parafuso; 8. Uva; 9. clipe; 10. fosforo; 11. isopor grande; 12. isopor”.

Na sequência do roteiro didático B, questões 3 e 4, com o objetivo de provocar nos estudantes reflexões sobre quais objetos poderiam afundar ou flutuar em uma bacia com água, propomos que eles desenhassem e argumentassem sobre suas hipóteses. Nas Figuras 8 (a) e (b) expomos as respostas das questões 3 e 4 do estudante E06.

Figura 8. Recorte das respostas do roteiro didático B de E06⁶ (a) questão 3 e (b) questão 4

3. Desenhe os objetos que você acredita que vão afundar na bacia com água. (a)

1) → vidro 2) → Bola de gude 3) → ovo cozido
4) → cone 5) → tijolo

Por que você acredita que esses objetos vão afundar?

Eles afundam porque eles tem um peso medio que faz eles afundar

4. Desenhe os objetos que você acredita que flutuarão na bacia com água. (b)

1) → Bola de vôlei 2) → penas 3) → papel grande
4) → maço 5) → grão de arroz

Por que você acredita que esses objetos flutuarão?

porque eles tem peso leve que faz eles flutuarem na bacia com água.

Fonte: Dados coletados para a pesquisa.

6 Transcrição da questão 3 do roteiro didático B: E06 “Eles afundam porque eles tem um peso medio que fassa eles afundar”. Transcrição da questão 4 do roteiro didático B: E06 “Porque eles tem peso leve que fassa eles flutuar na bacia com água”.

Percebemos neste exemplo do estudante E06 que, a noção de peso do objeto é relacionada como a principal hipótese para os objetos afundarem ou flutuarem na bacia com água: “peso médio” e “peso leve”. Vale ressaltarmos que este raciocínio foi predominante nas respostas de toda turma. Tendo em vista que neste momento da aula estávamos centrados em analisar “o peso” dos objetos, esta não é uma hipótese completamente errônea, dado que o peso dos objetos é uma das variáveis do problema.

Seguindo para a fase de constatação, de manipulação dos objetos e coleta de informações, nas questões 5 e 6 do roteiro didático B, sugerimos aos estudantes se organizarem em grupos para a realização da atividade experimental. Assim, utilizamos a balança digital que introduz o conceito de massa dos objetos, isto é, de que as balanças são instrumentos que medem a massa, não o peso. Nesta etapa, destacamos o papel do estagiário que, além de explicar o significado de massa dos objetos (e a diferença do conceito de peso dos objetos⁷), auxiliou os estudantes nas medidas realizadas na balança digital (método de coleta de dados) e na organização dos dados.

Nas medidas de objetos pequenos, como cliques e palitos de fósforo, surgiu um novo problema: quando colocado uma unidade destes objetos, a balança digital não registrava a medida da massa. Com isso, o estagiário apresentou a seguinte estratégia para os estudantes: colocar várias unidades do mesmo objeto na balança digital e, posteriormente, dividir o valor indicado na balança pelo número de unidades para encontrar o valor da massa de um único objeto. Esse episódio pode ser entendido como uma dinâmica investigativa em sala de aula, mediada pelo professor, pois gerou uma interação entre os grupos para determinação da massa dos objetos pequenos.

Concluída a atividade de medição das massas dos objetos, demos início a fase de observação de quais objetos afundam e quais flutuam na bacia com água, questão 6 do roteiro didático B. Na condução desta atividade, adotamos uma dinâmica dialógica: perguntamos se as características dos objetos (massa e volume) eram determinantes para estes afundarem ou flutuarem. Podemos dizer que, nesta etapa da aula, conseguimos estabelecer um ambiente dialógico com a turma e verificar suas hipóteses: o “confronto” entre as respostas das questões 3 e 4 com as respostas da questão 6 (realizadas com base nas observações do experimento manipulativo).

A seguir, Figura 9, exibimos a tabela da questão 6 do roteiro didático B preenchida pelo estudante E05.

7 É comum a confusão feita entre massa e peso dos objetos, em função das vozes da vida social: costumamos dizer “eu peso 80 kg”. Assim, é habitual desenvolvermos explicações, conforme as vozes da cultura científica: massa é uma característica do objeto (é a quantidade de matéria que o objeto possui), enquanto que peso é uma característica do objeto e do local em que ele se encontra (no caso, no planeta Terra: força com a qual o objeto é atraído pelo planeta).

Figura 9. Recorte da tabela da questão 6 do roteiro didático B preenchida pelo estudante E15⁸

6. Afunda ou flutua? Vamos constatar quais objetos afundam e quais objetos flutuam. Anote o que aconteceu com cada um deles:

Objeto	Afunda	Flutua
bola de volêi		X
ovo cozido	X	
ovo cru	X	
clipe	X	
palito fósforo		X
bastão vidro	X	

Objeto	Afunda	Flutua
isopor pequeno		X
isopor grande		X
maça		X
grãos uva	X	
bolinha gude	X	
parafuso	X	

Fonte: Dados coletados para a pesquisa.

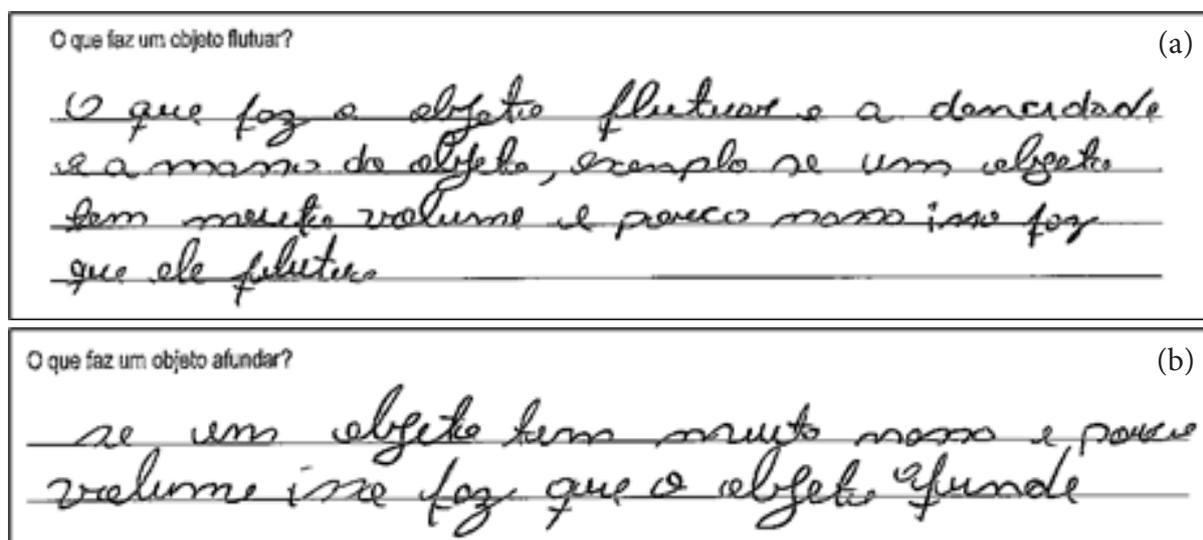
Antes de analisarmos o restante das respostas da questão 6, importa-nos destacar que, durante as discussões em grande grupo, o estudante E14 fez menção ao desenho infantil “Show da Luna”. Ele havia assistido um episódio desta animação que falava sobre densidade dos objetos. Até então, não tínhamos formalizado o conceito de densidade, ou seja, a abordagem sobre o conceito de densidade, planejada para a parte final desta aula da SEI, surgiu de forma natural (espontânea) nos diálogos com os estudantes. Por sua vez, conforme Filosofia da Linguagem de Bakhtin, os enunciados são repletos de vozes de outrem: neste caso, da vida social de E14, que relacionou o referido desenho infantil com a cultura científica escolar, na qual estava inserido no momento.

Encerrando nossa análise sobre o roteiro didático B, apresentamos nas Figuras 10 (a) e (b) as respostas do estudante E06, que expressam seus argumentos a partir das constatações experimentais dos objetos que afundaram ou flutuaram na bacia com água.

8 Transcrição da questão 6 do roteiro didático B: E15, objetos que afundam: “ovo cozido; ovo cru; clipe; bastão vidro; grãos uva; bolinha gude; parafuso” e objetos que flutuam: “bola de volêi; palito fósforo; isopor pequeno; isopor grande; maça”.

9 O Show da Luna é um desenho animado brasileiro que tem como objetivo principal introduzir as ciências para as crianças. Maiores informações em https://pt.m.wikipedia.org/wiki/O_Show_da_Luna.

Figura 10. Recorte das respostas da questão 6 do roteiro didático B preenchida pelo estudante E06¹⁰ (a) o que faz o objeto flutuar? e (b) o que faz o objeto afundar?



Fonte: Dados coletados para a pesquisa.

Exibimos este enunciado de E06, por ser possível identificarmos as palavras “massa” e “volume” nas respostas, abordadas em nossas aulas. Ademais, outras respostas apresentaram palavras como “tamanho do objeto” e “peso do objeto”, para se referirem, respectivamente, ao volume e à massa. Dessa forma, percebemos nesses enunciados indicativos de AC e da presença de vozes da cultura científica escolar para o conceito de volume dos objetos. Por outro lado, ainda há o predomínio de vozes da vida social na referência de massa como peso dos objetos. Entendemos isso como algo natural, tendo em vista que talvez tenha sido a primeira convivência dos estudantes com a diferenciação entre os dois conceitos. Isto é algo que não exploramos de modo mais detalhado ao longo de nossa SEI, e que certamente iremos acrescentar em intervenções didáticas futuras.

Quanto ao conceito de densidade, poucos estudantes mencionaram essa palavra ou uma relação entre os conceitos de volume e massa, para responderem à questão 6. Destacamos o enunciado escrito por E06: “(...) se um objeto tem muito volume e pouca massa isso faz que ele flutue” e “se um objeto tem muita massa e pouco volume isso faz que o objeto afunde”. Contudo, nas manifestações orais, diálogos do estagiário com a turma durante a atividade experimental afunda ou flutua, esta palavra veio à tona de modo espontâneo no enunciado de E14 e desencadeou (estimulou) outros estudantes a participarem do diálogo.

De fato, observamos uma melhor formulação do conceito de densidade nos debates orais, do que nos enunciados escritos pelos estudantes (sobretudo na questão 6 do roteiro didático B), em relação à cultura científica. De certa forma, essa observação

¹⁰ Transcrição da questão 6 do roteiro didático B: E06 “O que faz o objeto flutuar e a densidade e a massa do objeto, exemplo se um objeto tem muito volume e pouca massa isso faz que ele flutue” e “Se um objeto tem muita massa e pouco volume isso faz que o objeto afunde”.

não é surpresa para nós, dado que nos diálogos do estagiário com a turma, houve uma participação ativa na busca por soluções ao problema proposto: os enunciados proferidos foram sendo (re)formulados uns em consonância com os outros, de modo que ao final dessa aula, conseguimos formular e emitir um enunciado para toda a turma sobre conceito de densidade segundo a cultura científica escolar.

Porém, ao analisarmos os enunciados escritos dos estudantes, constatamos que poucos conseguiram “colocar no papel” o que foi debatido em grande grupo, durante a realização da atividade experimental. Por isso, sublinhamos que este é o início de um processo de AC, uma vez que tal assimilação não ocorre como uma ruptura abrupta, ou seja, da incorporação imediata de vozes da cultura científica escolar nos enunciados dos estudantes. A AC é um processo contínuo, que é desenvolvido (aperfeiçoado) a partir da compreensão das vozes da cultura científica, não apenas no ambiente escolar, mas na vida social como um todo. Foi justamente por concordarmos com essa concepção do que é aprender Ciências, que optamos pela proposição de um ensino investigativo, mediante o desenvolvimento de uma SEI em uma turma de quinto ano do Ensino Fundamental.

Sobre o todo da SEI: um olhar (auto)avaliativo

Além de uma análise nos enunciados responsivos dos estudantes, com uma explícita intenção de identificarmos vozes da cultura científica escolar, entendemos como fundamental uma (auto)avaliação sobre o conjunto de nossa SEI. Isto é, se conseguimos criar condições favoráveis para o ensino investigativo e desencadear processos iniciais de AC nos estudantes.

Nossa (auto)avaliação, começa na reflexão crítica da nossa organização coletiva, tomada de decisões, escolhas teóricas e metodológicas de ações e investigações, para o desenvolvimento da SEI em uma turma de quinto ano do Ensino Fundamental. De fato, planejar momentos que favoreçam o Ensino por Investigação em sala de aula é um grande desafio, mas em nossa percepção de professores/pesquisadores e a dinâmica dialógica empreendida ao longo de todas as etapas do processo, foi fundamental para chegarmos até aqui: elaboração da SEI — planejada horizontalmente entre os autores do artigo; aplicação da SEI — negociações, tomadas de decisões, entre o primeiro autor (estagiário da turma) e professor titular da turma; a avaliação da SEI — estruturada pelos autores com base nos pressupostos do Ensino por Investigação e da Filosofia da Linguagem do Círculo de Bakhtin.

Em um primeiro momento, conforme dito no detalhamento dos processos de elaboração e aplicação da SEI, pensamos ter sido adequado o tempo de realização da SEI, para abordarmos os conceitos de massa, volume e densidade dos corpos. Porém, a partir das interações discursivas em sala de aula, percebemos que poderíamos ter reservado um tempo maior para explorarmos, por exemplo, novas medidas de objetos com o uso da balança. Igualmente, poderíamos ter assistido com a turma o episódio

“Afunda ou Flutua?” do desenho animado “Show da Luna”¹¹, mencionado por E14 durante o segundo encontro da SEI. Fica-nos, então, a consideração de não fazer um planejamento completamente fechado de uma SEI, isto é, de nos programarmos para acrescentar possíveis práticas pedagógicas identificadas por nós ou sugeridas pelos estudantes no decorrer das aulas.

Considerando que, um dos objetivos do ensino investigativo é despertar a curiosidade dos estudantes na busca de respostas para os problemas colocados *a priori* pelo professor, entendemos que a adoção de experimentos manipulativos no nível de investigação 1 foi adequada ao contexto da turma. Os estudantes não demonstraram dificuldades na manipulação dos experimentos, ou em responderem as perguntas dos roteiros didáticos. Além disso, mostraram-se participativos nas dinâmicas pedagógicas propostas pelo professor: fazer desenhos, modelar massinhas, trabalhar em grupos, pesar objetos na balança, observar quais objetos afundam e flutuam em uma bacia com água.

No que se refere a liberdade intelectual dada aos estudantes durante as aulas da SEI, precisamos considerar que o estagiário já era familiar ao contexto da turma, o que favoreceu a naturalidade das práticas pedagógicas. Ou seja, embora a realização de experimentos manipulativos tenha sido algo diferente da rotina escolar dos estudantes, estes se sentiram à vontade ao expressarem suas ideias, em especial, oralmente durante os diálogos com a turma mediados pelo estagiário. Todo o contexto de desenvolvimento da SEI, das interações discursivas em sala de aula, nos leva a afirmar a existência de dialogismo: os enunciados proferidos pelo estagiário se encontrando (dialogando) com os enunciados proferidos pelos estudantes, e vice-versa. Nesse sentido, entendemos que houve sim um ambiente favorável à liberdade intelectual dos estudantes, despertado pelos enunciados do estagiário (discurso proferido no sentido de provocar reflexões, estimular o debate sobre os problemas) e que dialogou com os enunciados responsivos dos estudantes (manifestações espontâneas que podem representar as vozes da vida social ou da cultura científica escolar).

Considerações Finais

Resgatando nossas escolhas na realização da presente pesquisa, seguimos, em primeiro lugar, a perspectiva da investigação — na/pela — ação (Amado e Cardoso, 2014) por nos entendermos como professores/pesquisadores. Com isso, na condição de professores, nos embasamos no referencial teórico do Ensino por Investigação (Sasseron & Carvalho, 2011; Carvalho, 2013, 2018; Sasseron, 2013, 2015), para organizarmos uma SEI sobre a densidade dos corpos e aplicá-la em uma turma de quinto ano do Ensino Fundamental de uma escola pública municipal. Enquanto pesquisadores, além de

11 Trata-se do episódio 26 da primeira temporada do Show da Luna. Este episódio está disponível no YouTube, no link https://www.youtube.com/watch?v=A957b3MtX_Y. Posteriormente, já na semana seguinte à aplicação da SEI, em concordância com a professora titular, conseguimos assistir com a turma o referido episódio, mas como não tínhamos essa programação inicial em nossa SEI, decidimos não incluir essa atividade no escopo da presente pesquisa.

adotarmos procedimentos metodológicos apropriados para a construção do *corpus* da pesquisa (reunião de enunciados orais e escritos), tomamos como pilar os contributos da Filosofia da Linguagem de Bakhtin (Bakhtin, 2011, 2014; Medviédev, 2012; Volochínov, 2013), para analisarmos os fatos da linguagem, oriundos dessa específica e delimitada situação social (Veneu et al., 2015; Lima et al., 2019).

Em nossa percepção, a conciliação das perspectivas teóricas e metodológicas foi fundamental para o desenvolvimento (elaboração, aplicação e avaliação) de nossa SEI. Conseguimos realizar o planejamento didático a partir da proposição de problemas com experimentos manipulativos e aplicá-los em sala de aula, dando liberdade intelectual aos estudantes, para (auto)avaliar se nossas práticas pedagógicas favoreceram o diálogo da cultura científica escolar neste contexto. Desta maneira, desencadearam-se processos iniciais de AC nos estudantes (identificação de vozes da cultura científica escolar nos enunciados responsivos dos estudantes), referentes ao tema proposto na SEI.

De modo geral, acreditamos ser coerente a afirmação de que encontramos indicativos iniciais de AC nas palavras dos estudantes (enunciados orais e escritos reunidos no *corpus* da pesquisa), em especial, por identificarmos vozes da vida social e da cultura científica escolar nas interações discursivas analisadas. É natural que não podemos afirmar categoricamente que os conceitos de volume, massa e densidade dos corpos, abordados durante nossa SEI, foram internalizados por completo no discurso dos estudantes, segundo as vozes da cultura científica escolar. Vale recordarmos que a AC é um processo contínuo de construção e aperfeiçoamento, que precisa, necessariamente, permear a vida social e escolar dos estudantes (Sasseron, 2013, 2015). Por isso, preferimos dizer que nossa SEI iniciou um processo de AC nos estudantes, dado sua limitação espacial e temporal, assim como a idade dos estudantes (que bem sabemos, estão em uma fase inicial de suas vidas).

É fato que, precisamos repensar de maneira constante nossas escolhas no desenvolvimento dessa SEI, no sentido de olharmos criticamente para os caminhos percorridos. Almejamos melhorias em futuras ações e investigações, enquanto professores/pesquisadores. De momento, visualizamos a necessidade de, por um lado, ampliarmos nossas ações didáticas para conciliar a proposição de problemas experimentais, com uma abordagem sobre a Natureza da Ciência (Briccia, 2013). Por outro lado, agregarmos em nossas investigações, análises pautadas nos processos de significação de problemas (Solino & Sasseron, 2018).

Isto posto, consideramos o presente artigo como o ponto de partida de um programa de pesquisa, em outras palavras, uma primeira estruturação de um quadro teórico-metodológico. Este poderá ser ampliado, fundamentando outras ações e investigações em novos contextos da disciplina de Ciências no Ensino Fundamental, bem como no âmbito da disciplina de Física para o Ensino Médio. Identificado nas palavras de Carvalho (2018), uma das questões que desafiam o ensino investigativo é: por que encontramos maior liberdade intelectual e construção do conhecimento científico pelos alunos do Ensino Fundamental do que no Ensino Médio, quando aplicamos uma SEI? Esse horizonte é desafiante, e buscamos tornar este um próximo problema de pesquisa.

Referências

- Amado, J., & Cardoso, A. P. (2014). A investigação-ação e suas modalidades. In J. Amado (coord.), *Manual de Investigação qualitativa em Educação* (2ª ed., pp. 187–204). Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Bakhtin, M. M. (2014). *Marxismo e Filosofia da Linguagem* (16ª ed.). HUCITEC.
- Bakhtin, M. M. (2011). *Estética da Criação Verbal* (6ª ed.). WMF Martins Fontes.
- Borges, A. T. (2002). Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 19(13), 291–313. <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6607>
- Briccia, V. (2013). Sobre a natureza da Ciência e o ensino. In A. M. P. Carvalho (org.), *Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula* (pp. 111–128). Cengage Learning.
- Capecchi, M. C. V. M. (2013). Problematização no Ensino de Ciências. In A. M. P. Carvalho (org.), *Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula* (pp. 21–40). Cengage Learning.
- Carvalho, A. M. P. (2018). Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 18(3), 765–794. <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852>
- Carvalho, A. M. P. (2013). O ensino de ciências e a proposição de sequencias de ensino investigativas. In A. M. P. Carvalho (org.), *Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula* (pp. 1-20). Cengage Learning.
- De Brito, L. O., & Fireman, E. C. (2016). Ensino de Ciências por Investigação: uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização científica nos primeiros anos do Ensino Fundamental. *Ensaio — Pesquisa em Educação em Ciências*, 18(1), 123–146. <https://www.scielo.br/pdf/epec/v18n1/1983-2117-epec-18-01-00123.pdf>
- Faraco, C. A. (2009). *Linguagem & Diálogo: as ideias linguísticas do Círculo de Bakhtin*. Parábola Editorial.
- Lima, N. W., Nascimento, M. M., Ostermann, F., & Cavalcanti, C. J. H. (2019). A Teoria do Enunciado Concreto e a Interpretação Metalinguística: bases filosóficas, reflexões metodológicas e aplicações para os estudos das Ciências e para a pesquisa em Educação em Ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, 24(3), 258–281. <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/1470>
- Ministério da Educação (2017). Base Nacional Comum Curricular — Educação é a Base. <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/a-base>
- Medviédev, P. N. (2012). *O Método formal nos estudos literários: introdução crítica a uma poética sociológica*. Editora Contexto.

Santana, R. S., Capecchi, M. C. V. M., & Franzolin, F. (2018). O ensino de ciências por Investigação nos anos iniciais: possibilidades na implementação de atividades investigativas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 16(3), 686–710. http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen17/ REEC_17_3_9_ex1245.pdf

Sasseron, L. H. (2013). Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In A. M. P. Carvalho (org.), *Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula* (pp. 41-61). Cengage Learning.

Sasseron, L. H. (2015). Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Ensaio — Pesquisa em Educação em Ciências*, 17(n. especial), 49–67. <https://www.scielo.br/pdf/epec/v17nspe/1983-2117-epec-17-0s-00049.pdf>

Sasseron, L. H. (2018). Ensino de Ciências por Investigação e o desenvolvimento de práticas: uma mirada para a Base Nacional Comum Curricular. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 18(3), 1061–1085. <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4833>

Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. (2011). Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. *Investigação em Ensino de Ciências*, 16(1), 59–77. <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/246>

Solino, A. P., & Sasseron, L. H. (2018). Investigando a significação de problemas em sequências de ensino investigativa. *Investigações em Ensino de Ciências*, 23(2), 104–129. <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/995>

Souza, G. T. (2002). *Introdução à teoria do enunciado concreto do Círculo Bakhtin/Volochínov/Medviédev* (2ª ed.). Humanitas/FFLCH/USP.

Strieder, R. B., & Watanabe, G. (2018). Atividades investigativas na Educação Científica: dimensões e perspectivas em diálogos com o ENCI. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 18(3), 819–849. <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4737>

Veneu, A., Ferraz, G., & Rezende, F. (2015). Análise de discursos no ensino de ciências: considerações teóricas, implicações epistemológicas e metodológicas. *Ensaio — Pesquisa em Educação em Ciências*, 17(1), 126–149. <https://www.scielo.br/pdf/epec/v17n1/1983-2117-epec-17-01-00126.pdf>

Volochínov, V. N. (2013). *A construção da Enunciação e outros ensaios*. Pedro & João Editores.

 **Augusto Garcia da Silva**

Itapema, Santa Catarina, Brasil
Escola de Ensino Básico Prefeito Olegário Bernardes
augustootk@gmail.com

 **Tiago Belmonte Nascimento**

Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul, Brasil
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul
tiago.nascimento@bento.ifrs.edu.br

 **Paulo Vinícius Rebeque**

Jacarezinho, Paraná, Brasil
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
paulo.rebeque@bento.ifrs.edu.br

Editora Responsável

Marta Máximo

Manifestação de Atenção às Boas Práticas Científicas e de Isenção de Interesse

Os autores declaram ter cuidado de aspectos éticos ao longo do desenvolvimento da pesquisa e não ter qualquer interesse concorrente ou relações pessoais que possam ter influenciado o trabalho relatado no texto.
