

ANÁLISE DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO SOBRE A FORMAÇÃO DAS SOMBRAS: INTEGRANDO PENSAMENTO ESPACIAL E ASTRONOMIA OBSERVACIONAL

ANALYSIS OF A SEQUENCE OF INVESTIGATIVE TEACHING ON THE FORMATION OF SHADOWS: INTEGRATING SPATIAL THINKING AND OBSERVATIONAL ASTRONOMY

**Sônia Elisa Marchi Gonzatti¹, Mariângela Barbon², Márcia Jussara Hepp
Rehfeldt³, Marli Teresinha Quartieri⁴, Ieda Maria Giongo⁵**

¹Universidade do Vale do Taquari – Univates/Programa de pós-graduação em Ensino de Ciências Exatas, soniag@univates.br

² Universidade do Vale do Taquari – Univates/bolsista de iniciação científica,
mariangela.barbon@univates.br

³ Universidade do Vale do Taquari – Univates/Programa de pós-graduação em Ensino de Ciências Exatas, mreinfeld@univates.br

⁴ Universidade do Vale do Taquari – Univates/Programa de pós-graduação em Ensino de Ciências Exatas, mtquartieri@univates.br

⁵ Universidade do Vale do Taquari – Univates/Programa de pós-graduação em Ensino de Ciências Exatas, igiongo@univates.br

Resumo

Este trabalho visa analisar as contribuições de uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) que explorou a formação das sombras. Este tema permite integrar aspectos de astronomia observacional e de pensamento espacial. O ensino por investigação é o quadro teórico que baliza a elaboração e desenvolvimento da atividade. O corpus de análise consiste nos feedbacks obtidos junto a três turmas de quinto ano do ensino fundamental que participaram da atividade. Este material foi submetido à análise descritiva, a partir de questionamentos sobre as principais aprendizagens, as dificuldades encontradas, o que mais gostaram de aprender e sobre o quê gostariam de aprender mais. As aprendizagens mais mencionadas foram a formação de sombras associada ao movimento aparente do sol. Este também é o tema mais mencionado sobre o qual gostariam de aprender mais. Já a dificuldade mais mencionada envolveu a representação espacial da sombra de um palito sobre uma cartolina, em diferentes horários do dia, seguida da dificuldade com orientação espacial, já que precisavam simular o movimento do sol no horizonte local. Em geral, os resultados corroboram a importância de abordar objetos de conhecimento ligados ao desenvolvimento do pensamento espacial e da astronomia observacional. Foi possível evidenciar motivação, entusiasmo e envolvimento das crianças com a atividade. Processos argumentativos também foram observados, já que práticas epistêmicas como descrever, prever, explicar, debater, entre outros, fazem parte da gênese do ensino por investigação.

Palavras-chave: Ensino por Investigação; Astronomia observacional; Anos Iniciais; Pensamento espacial; Práticas Epistêmicas.

Abstract

This work aims to analyze the contributions of a Sequence of Investigative Teaching (SIT) that explored the formation of shadows. This theme allows for the integration of aspects of observational astronomy and spatial thinking. Inquiry-based teaching is the theoretical framework that guides the design and development of the activity. The analysis corpus consists of feedback obtained from three fifth-grade classes in elementary school that participated in the activity. This material underwent descriptive analysis, based on inquiries about the main learnings, difficulties encountered, what they liked most about learning, and what they would like to learn more about. The most mentioned learnings were related to the formation of shadows associated with the apparent movement of the sun. This is also the most mentioned topic they would like to learn more about. The most mentioned difficulty involved the spatial representation of the shadow of a stick on cardboard at different times of the day, followed by difficulty with spatial orientation, as they needed to simulate the movement of the sun on the local horizon. Overall, the results support the importance of addressing knowledge objects linked to the development of spatial thinking and observational astronomy. It was possible to highlight the motivation, enthusiasm, and involvement of children in the activity. Argumentative processes were also observed since epistemic practices such as describing, predicting, explaining, debating, among others, are part of the genesis of inquiry-based teaching.

Keywords: Inquiry-Based Teaching; Observational Astronomy; Elementary School; Spatial Thinking; Epistemic Practices.

Introdução

No presente artigo, analisamos a investigação como princípio mobilizador da produção de conhecimento e suas implicações teórico-metodológicas no ensino por investigação. No campo empírico, é analisada uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) desenvolvida com três turmas de quinto ano do ensino fundamental. A SEI integra conceitos científicos sobre astronomia observacional e pensamento espacial ligados à formação das sombras, que é um dos objetos de conhecimento previstos na BNCC, em Ciências da Natureza, para este ano escolar (Gonzatti; Antonioli; Pellenz, 2023).

As teorias construtivistas para o ensino de Ciências e de Física têm como premissa em comum a necessidade de incluir práticas epistêmicas e sociais ligadas à produção e comunicação de conhecimento nos processos de ensino. No entanto, e apesar do consenso em torno destas ideias, ainda predominam metodologias transmissivas no ensino de Ciências Naturais (Franco; Munford, 2020). Bachelard (1996) já afirmava todo conhecimento é a resposta a uma pergunta. Para o epistemólogo, é justamente

“esse sentido do problema que caracteriza o verdadeiro espírito científico” (Bachelard, 1996, p. 18).

Já Piaget, cuja influência também é notada nas teorias construtivistas sobre o ensino de Ciências, destacou “a importância de um problema para o início da construção do conhecimento” (Carvalho, 2020, p. 2). Outra contribuição piagetiana fundamental para compreender a gênese da construção de conhecimentos é o reconhecimento do papel dos conhecimentos prévios na compreensão de novos conhecimentos.

Reunindo elementos teóricos destas distintas (e complementares) perspectivas teórico-epistemológicas, o ensino por investigação defende a necessidade de incorporar estes conhecimentos às práticas da sala de aula (Carvalho, 2018; 2020; Sasseron, 2015). Considerado uma abordagem didática, que incorpora distintas estratégias, recursos e procedimentos metodológicos, o ensino por investigação é organizado a partir de duas diretrizes principais: a formulação de um bom problema e o grau de liberdade intelectual concedido ao aluno. Assim, a concepção e desenvolvimento de práticas de ensino investigativas visa promover e incorporar processos inerentes à prática científica – ainda que simplificados –, em sala de aula (Carvalho, 2018).

Em termos pedagógicos, reconhecer o papel da problematização para a aprendizagem implica a capacidade de formular boas perguntas, ou bons problemas. Mais do que isso, implica superar práticas de ensino que partem de respostas para perguntas que não foram feitas. Partindo-se de um problema com sentido e significado, abre-se espaço para promover a argumentação, explicação, validação (ou não), negociação de significados e tomada de decisão, entre outros aspectos (Zompero et al., 2022, Sasseron, 2015). Noutras palavras,

Ao trazer este conhecimento para o ensino em sala de aula, esse fato – propor um problema para que os alunos possam resolvê-lo – vai ser o divisor de águas entre o ensino expositivo feito pelo professor e o ensino que proporciona condições para que o aluno possa raciocinar e construir seu conhecimento. [...] Ao fazer uma questão, ao propor um problema, o professor passa a tarefa de raciocinar para o aluno e sua ação não é mais a de expor, mas de orientar e encaminhar as reflexões dos estudantes na construção do novo conhecimento (Carvalho, 2020, p. 2).

Sob esta perspectiva teórica, uma das atividades promovidas no âmbito do grupo de pesquisa Práticas, Ensino e currículo no campo das ciências exatas envolve o

desenvolvimento de SEI para os Anos Iniciais, as quais são discutidas com professoras deste nível de ensino, participantes do grupo.

A escolha do problema para a SEI: integrar para potencializar

Alguns temas ligados às ciências da Natureza e à Matemática seguem sendo preteridos nos Anos Iniciais, a despeito de sua inclusão nos currículos ou como objetos de estudo em pesquisas sobre Educação em Ciências ou Matemática. Temas de astronomia podem ser evocados como exemplo (Langhi; Nardi, 2005; Gonzatti; De Maman, 2023), bem como conhecimentos matemáticos ligados ao pensamento algébrico e geométrico (Passos; Nacarato, 2018; Rehfeldt et al., 2021).

Considerando estas inquietações, foi desenvolvida uma SEI sobre a formação das sombras e sua relação com o movimento aparente diurno do sol. Inicialmente, as crianças foram convidadas a formular e registrar hipóteses para o problema “o que acontece com o tamanho da sombra de um objeto à medida que o tempo passa”? Sabe-se que a resolução deste problema passa por conhecimentos ligados à astronomia observacional, à posição e deslocamento, a sistemas de referência, ao movimento aparente diurno do sol, ao pensamento geométrico e espacial, entre outros. Tais objetos de conhecimento aparecem na BNCC nas áreas de Ciências da Natureza e de Matemática, sem no entanto evidenciar as interrelações entre eles na explicação dos fenômenos envolvidos (Gonzatti; Antonioli; Pellenz, 2022). A SEI foi desenvolvida com três turmas de quinto ano de uma escola pública municipal no interior do Rio Grande do Sul, com a participação de 50 alunos.

Metodologia

Esta pesquisa é de natureza qualitativa, constituindo-se em um recorte de pesquisa apoiada pela Fapergs, por meio do edital PROEDU. Foram realizadas três intervenções, com três turmas de quinto ano do Ensino Fundamental, nos meses de abril e junho de 2023. Cada SEI foi desenvolvida em um tempo médio de 3 h.

O material empírico analisado foram: a) registros escritos pelos alunos, produzidos durante o desenvolvimento da SEI; b) feedbacks individuais das crianças, registrados em seus cadernos e posteriormente fotografados e enviados ao grupo de pesquisa. Também foram analisados os cartazes elaborados, com a representação do

movimento das sombras segundo as hipóteses de cada grupo. Além dos materiais produzidos pelos alunos, anotações das pesquisadoras e de uma bolsista de iniciação científica foram objeto de reflexão e de análise. Neste trabalho, o foco de análise são os feedbacks das crianças em relação às questões: i) Eu aprendi que; ii) Eu gostaria de aprender mais sobre; iii) eu tive dificuldades em e iv) o que eu mais gostei de aprender.

Foi realizada uma análise descritiva dos distintos materiais, estabelecendo-se uma categorização temática das respostas das crianças em relação a estes questionamentos, que revelaram tanto aspectos conceituais quanto aspectos atitudinais, coadunando com as potencialidades do ensino por investigação para articular os domínios epistêmico, social e conceitual do conhecimento.

Discussão e análise de resultados

Em geral, as crianças perceberam que as sombras mudam de tamanho ao longo do dia. A maioria dos grupos também se deu conta de que a sombra “muda de lugar”, já que é provocada pelo sol. Embora expressassem verbalmente suas hipóteses, houve dificuldades para registrarem suas ideias por escrito. Neste sentido, evoca-se Carvalho (2018), que destaca a necessidade de propiciar momentos de sistematização e registro nas diferentes etapas de uma SEI.

Após este momento inicial, receberam palitos de churrasco e uma cartolina. Com o auxílio das pesquisadoras e professoras de cada turma, orientaram a cartolina segundo o horizonte local, dentro da sala de aula, observando a direção que o sol nasce e se põe. Na sequência, foi solicitado que representassem, na cartolina, a sombra de um palito de churrasco em diferentes horários do dia: 9h, 10h, 14h e 15h¹.

Nesta etapa, foi possível evidenciar algumas dificuldades. Em primeiro lugar, embora soubessem apontar a direção que o sol nasce ou se põe, no ambiente da sala de aula, tiveram muitas dificuldades em decidir em que direção da cartolina recairiam as sombras matutinas (9h e 10h) e as sombras vespertinas.

Para mitigar esta dificuldade, as pesquisadoras e as professoras auxiliaram, escurecendo a sala e usando lanternas de celular como fontes de luz. Este exercício

¹ Destaca-se que as crianças foram orientadas de que a sombra projetada na cartolina não necessariamente teria o tamanho real da sombra do palito. Na conclusão da atividade, ao realizarem a atividade na rua, este aspecto foi retomado.

auxiliou a maioria dos grupos a raciocinar e a projetar as sombras, já que percebiam que, conforme a lanterna era movimentada de leste a oeste, a sombra se movia em sentido contrário. No entanto, alguns grupos produziram representações com as sombras distribuídas em 360°, evidenciando a dificuldade em representar aspectos observacionais com os quais convivem diariamente.

Outra dificuldade envolveu a organização e a tomada de decisão no trabalho em grupo. Observou-se alguns grupos mais apáticos, que precisaram de bastante mediação; já outros não chegavam a um consenso, pois tinham opiniões/hipóteses diferentes. Como a aplicação da SEI foi realizada em três momentos distintos (um com cada turma de quinto ano), uma dificuldade percebida foi a gestão do tempo. Na primeira intervenção, não houve tempo suficiente para as crianças realizarem a atividade e registrarem suas conclusões, ou seja, a etapa de sistematização e registro foi desenvolvida posteriormente, pela professora regente da turma.

Ao término da SEI, os alunos foram convidados a responder algumas questões de feedback: “eu aprendi que”, “eu gostaria de saber mais sobre”, “eu tive dificuldades em” e “eu gostei porque”. No contexto teórico do ensino por investigação, estes questionamentos são relevantes, pois instigam os alunos a refletirem sobre o que fizeram, sobre o que aprenderam e sobre suas dúvidas. Este movimento, por sua vez, oportuniza a articulação entre os domínios conceitual, epistêmico e social do conhecimento (Franco;Munford, 2020).

Em relação ao primeiro questionamento, “eu aprendi que”, foram identificadas três unidades temáticas principais: a) movimento aparente do sol, b) formação de sombras e sua natureza física e c) aspectos mais gerais sobre o espaço e o Cosmos, incluindo referências ao planetário móvel da instituição (quadro 1).

Quadro 1. Feedbacks dos alunos à questão “eu aprendi que”

Temáticas mais mencionadas	Exemplos das respostas dos alunos
A) movimento do sol e outros aspectos ligados à nossa estrela (35 alunos)	<i>“conforme o movimento aparente, a sombra também vai se movimentando”, “o Sol nasce no leste e se põe no oeste”, “a luz do Sol reflete a sombra”. “conforme as horas passam as sombras vai diminuindo ou aumentando” “quando o Sol está no meio da Terra, é meio-dia”</i>
B) formação de sombras (16 alunos)	<i>“uma sombra se forma quando um objeto tampa a luz”, “Eu aprendi o que a sombra é importante: que ela se forma por luz” Eu aprendi que o sol nasce no leste e se põe no oeste mas</i>

	<i>o principal que eu aprendi foi sobre a sombra quando o sol nasce no leste a sombra fica no oeste"</i>
C) aspectos gerais (5 alunos)	<i>"as mudanças das horas", "os pontos cardeais", "se você pegar um palito e botar em um isopor e botar uma luz do lado, ele fica pequeno e o outro grande". "aprendi sobre o Cosmos"</i>

Fonte: das autoras (2023)

Dentre os aspectos gerais, chama atenção que parte dos alunos mencionou aspectos ligados à natureza da atividade, enfatizando que trabalhar em grupo é mais rápido, que aprenderam informações interessantes e descreveram como foi realizada a atividade. Isso pode ser considerado um indicativo de que a atividade gerou interesse e motivação entre os estudantes, o que é corroborado por várias respostas à questão "eu gostei porque" (quarta questão).

A respeito da segunda pergunta: "eu gostaria de aprender mais sobre", 27 alunos escreveram que gostariam de aprender mais sobre o sol. Um estudante justifica que *"eles sabem pouco sobre essa 'estrela gigante'"*. Outros 16 alunos gostariam de aprender mais sobre as sombras e outros 19 alunos gostariam de aprender mais sobre o Cosmos, dos quais 5 alunos gostariam de saber mais sobre os pontos cardeais, os sistemas de referência e os planetas.

Na terceira pergunta: "eu tive dificuldades em", 14 alunos responderam que não tiveram nenhuma dificuldade em realizar a atividade, pois já tinham aprendido esse conteúdo anteriormente. Outros 13 alunos escreveram que acharam a atividade difícil em fazer as marcações corretamente na cartolina, para utilizar os materiais, para se localizar no espaço ou para entender o que foi proposto a eles. Doze alunos acharam mais difícil desenhar as posições das sombras na cartolina, o que pode ser interpretado como dificuldades atinentes ao pensamento espacial. Sete alunos acharam difícil de descrever sobre as posições solares.

Na quarta e última pergunta: "eu gostei porque", 14 alunos responderam que gostaram por causa dos conhecimentos relacionados ao sol, onde 3 alunos gostaram de aprender sobre a formação e natureza das sombras. Escreveram que gostariam de ter mais atividades sobre as sombras, que mexeram com materiais novos e diferentes. Outros 10 alunos gostaram de aprender sobre o sol e a produção de sombras, principalmente sobre o nascer e o pôr do sol. Outros 3 alunos escreveram

que gostaram de aprender sobre o Cosmos e sobre a medida em centímetros, que não tinham tido tanto contato anteriormente.

A maioria dos alunos relataram que gostaram porque foi uma aula diferente das usuais, além de ter sido desafiadora e interessante. Além disso, gostaram da aula e das explicações antes da realização da atividade prática e que foi muito divertido e estimulante. Este perfil de respostas converge para a ideia de que atividades investigativas tendem a promover maior engajamento e participação dos estudantes.

Em efeito, Carvalho (2018), pondera que ter um bom problema de partida é uma das condições para mobilizar os estudantes a resolvê-lo. Além disso, é preciso conceder liberdade intelectual aos estudantes, pois é por meio de processos cognitivos e epistêmicos como explicar, descrever, prever, narrar, argumentar, entre outros, que ocorre a aprendizagem.

Considerações Finais

Os resultados da atividade, em geral, foram satisfatórios, já que os alunos se interessaram pelo problema, além de interagirem entre si e com as professoras durante o desenvolvimento da SEI. Além disso, a SEI oportunizou que os alunos refletissem sobre seus próprios conhecimentos, uma vez que práticas epistêmicas fazem parte de atividades pautadas no ensino por investigação.

Revisitando o objetivo deste trabalho, destacamos as principais contribuições evidenciadas na análise. O desenvolvimento de processos explicativos e argumentativos foi oportunizado por meio de diferentes estratégias, desde a elaboração de hipóteses para o problema formulado, até o exercício metacognitivo de refletir sobre o que aprenderam. Além disso, o grau de engajamento e motivação evidenciados podem ser relacionados tanto à curiosidade gerada pelo problema quanto pela abordagem didática da SEI, já que parte dos alunos menciona que gostaram porque foi uma atividade diferente, porque “mexeram com materiais novos e diferentes”.

De modo geral, a SEI propiciou momentos de discussão, de argumentação, explicação, que são algumas das práticas epistêmicas ligadas à produção de conhecimento (Zompero et al., 2022). Sobretudo, destaca-se que a SEI integrou

conhecimentos dos domínios conceituais ligados ao pensamento espacial e à astronomia observacional, temas geralmente negligenciados nos Anos Iniciais.

Referências

BACHELARD, Gaston. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Rio de Janeiro: Contraponto: 1996, 316 p.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*. v. 18, n. 3, 765–794. Dezembro, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852/3040>. Acesso em: 12 out. 2023.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. (org.). *Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula*. 1ª Ed. São Paulo: Cengage Learning, 2020.

FRANCO, Luiz Gustavo; MUNFORD, Danusa. O Ensino de ciências por investigação em construção: possibilidades de articulações entre os domínios conceitual, epistêmico e social do conhecimento científico em sala de aula. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, p. 687-719, 2020.

GONZATTI; Sônia Elisa Marchi; ANTONIOLLI; João Victor; PELLEZ, Paula Vitória, Integrar para potencializar: Ensino de Astronomia e de Geometria nos Anos Iniciais a partir da observação de sombras. In: GIONGO; Ieda Maria; QUARTIERI Marli Teresinha; GONZATTI; Sônia Elisa Marchi (org.) *Ensino de Matemática e de Ciências da Natureza: convergências e reflexões teórico-metodológicas nos campos da prática e da formação docente*. Lajeado: Editora da Univates, 2022, p. 61-77. Disponível em: <https://www.univates.br/editora-univates/publicacao/377>.

GONZATTI, Sônia Elisa Marchi; DE MAMAN; Andréia Spessatto. Experiências de divulgação científica e Ensino de Astronomia: confluências entre ensino e extensão. In: BARTELMEBS, Roberta Chiesa; IACHEL, Gustavo (org). *Educação em Astronomia: reflexões e práticas formativas*. Local: UFFS Editora, 2023, p. 175-196. Disponível em: https://www-mgm.uffs.edu.br/institucional/reitoria/editora-uffs/educacao_em_astronomia-reflexoes_e_praticas_formativas. Acesso em julho/2023.

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. Dificuldades de professores dos anos iniciais do ensino fundamental em relação ao ensino da Astronomia. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, n. 2, p. 75-91, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.37156/RELEA/2005.02.075>. Acesso em 15 jan. 2024.

PASSOS, Cármen Lúcia Brancaglion; NACARATO, Adair Mendes. Trajetória e perspectivas para o ensino de Matemática nos anos iniciais. *Estudos Avançados*, v. 32, p. 119-135, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0010>. Acesso em 10 jan 2024.

REHFELDT, Márcia Jussara Hepp et al. Estratégias e Conjecturas Usadas por um Grupo de Professores dos Anos Iniciais em Atividades Exploratório-Investigativas de Álgebra. *Perspectivas da Educação Matemática*, v. 14, n. 34, p. 1-16, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.46312/pem.v14i34.6362>

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, v.17, n. Especial, p. 49-67, 2015.

Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>. Acesso em: 02 ago. 2021.

ZOMPERO, Andreia de Freitas et al. PRÁTICAS EPISTÊMICAS NOS CURRÍCULOS DE CIÊNCIAS NATURAIS DE PAÍSES DA AMÉRICA LATINA: UM ESTUDO ENTRE BRASIL, CHILE E COLÔMBIA. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, v. 24, 2022, p.1-21.