

A mediação por meio de desenhos na construção de conceitos científicos nos anos iniciais do Ensino Fundamental

Mediation through drawings in the construction of scientific concepts in elementary education

La mediación a través de dibujos en la construcción de conceptos científicos en la escuela primaria

*Brenno Fernandes Dorte¹
Solange Wagner Locatelli²*



<https://doi.org/10.28998/2175-6600.2025v17n39pe18254>

Resumo: O presente trabalho notabiliza a contribuição dos desenhos no ensino de ciências para estimular a participação ativa e engajamento pelos estudantes no aprendizado de ciências. A pesquisa qualitativa, na perspectiva da etnografia em educação, foi realizada por meio de observação semanal das aulas de ciências do 1º ano do Ensino Fundamental. Foi aplicada uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) sobre fotossíntese, com atividades de desenhos, e dividida em duas aulas. Por meio dos desenhos e falas coletados dos estudantes, se buscou analisar como os desenhos podem ajudar os estudantes a representarem e contribuir para a aprendizagem dos conceitos de fotossíntese em alunos do 1º ano do Ensino Fundamental, identificando indicadores de alfabetização científica e indícios de evolução no processo de compreensão desses conceitos. Os resultados apontam que os desenhos contribuíram para a incorporação de mais elementos da fotossíntese, além da identificação de indicadores de alfabetização científica.

Palavras-chave: Ensino por Investigação. Representação. Desenhos. Anos iniciais.

Abstract: This paper highlights the contribution of drawings in science teaching to stimulate active participation and student engagement in science learning. From the perspective of educational ethnography, the qualitative research was carried out through weekly observation of 1st-year science classes in elementary education. An Inquiry-Based Teaching Sequence on photosynthesis, with drawing activities, was applied over two lessons. Through the students' drawings and statements, the aim was to analyze how drawings can contribute to representing and learning photosynthesis concepts in 1st-year elementary students, identifying indicators of scientific literacy and signs of progress in their understanding of these concepts. The results indicate that the drawings contributed to the incorporation of more elements of photosynthesis, as well as the identification of indicators of scientific literacy.

Keywords: Inquiry-Based Learning. Representation. Drawings. Elementary Education.

¹ Universidade Federal do ABC. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2360510365181816>. Orcid: <https://orcid.org/0009-0001-1679-7224>. Contato: brenno.dorte@gmail.com

² Universidade Federal do ABC. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8962640200169519>. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7639-6772>. Contato: solange.locatelli@ufabc.edu.br



Resumen: Este trabajo destaca la contribución de los dibujos en la enseñanza de las ciencias para estimular la participación activa y el compromiso de los estudiantes en el aprendizaje de las ciencias. La investigación cualitativa, desde la perspectiva de la etnografía educativa, se realizó mediante la observación semanal de las clases de ciencias del 1º año de la escuela primaria. Se aplicó una Secuencia de Enseñanza Investigativa (SEI) sobre fotosíntesis, con actividades de dibujos, dividida en dos lecciones. A través de los dibujos y declaraciones recogidos de los estudiantes, se buscó analizar cómo los dibujos pueden ayudar a los estudiantes a representar y contribuir al aprendizaje de los conceptos de fotosíntesis en los estudiantes de 1º año de la escuela primaria, identificando indicadores de alfabetización científica e indicios de progreso en la comprensión de estos conceptos. Los resultados señalan que los dibujos contribuyeron a la incorporación de más elementos de la fotosíntesis, además de la identificación de indicadores de alfabetización científica.

Palabras clave: Enseñanza por Investigación. Representación. Dibujos. Años iniciales.

1 INTRODUÇÃO

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) estabelece que o ensino de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental deve integrar conhecimentos das Ciências da Terra, Biologia, Física e Química, ampliando progressivamente sua complexidade conforme o desenvolvimento cognitivo dos estudantes (Brasil, 2018). Essa abordagem gradual e contextualizada visa garantir que os fenômenos naturais sejam compreendidos de maneira significativa, conectando novos conteúdos aos saberes prévios das crianças e estruturando aprendizagens hierárquicas (Pelizzari *et al.*, 2002). Nesse contexto, Maia e Justi (2008) defendem que é importante um ambiente educativo que propicie o desenvolvimento de habilidades, principalmente relacionadas à investigação científica para que o estudante se aproprie da natureza da ciência.

Neste sentido, entendemos que a utilização de metodologias variadas, as quais devem ser minuciosamente planejadas, se revelam como uma forma adequada e versátil para atender às demandas variadas do contexto educacional (Chapani; Santos; Ribeiro, 2016). A partir disso, a concepção de uma Sequência Didática (SD), por exemplo, deve emergir de abordagens didáticas, especialmente no contexto do ensino de ciências, que sejam inovadoras. Assim, cabe ao educador propor atividades e aplicar metodologias que fomentem o exercício da liberdade intelectual e procedimental, e incentivem os estudantes a desempenhar o papel de protagonistas de seu aprendizado (Carvalho, 2018; Munford; Lima, 2007; Sá; Lima; Aguiar Júnior, 2011).

Duas abordagens didáticas que vêm ao encontro disso são o ensino de ciências por investigação (EnCI) e a utilização de desenhos. O EnCI é uma abordagem que se fundamenta na interação mais envolvente e participativa por parte dos estudantes, incentivando-os a descobrir e explorar o mundo ao seu redor, por meio de experimentos e atividades direcionadas à resolução de uma questão-problema proposta (Carvalho, 2018).



Já o desenho pode ser percebido como uma ferramenta que contribui para aprimorar o raciocínio científico, uma vez que os alunos desenvolvem a habilidade de raciocinar por meio de diferentes modos visuais (Ainsworth; Prain; Tytler, 2011). Revela-se benéfico em diversas situações educacionais, favorecendo a ativação do conhecimento prévio, intensificação da concentração, assimilação de informações mais satisfatória e aprofundamento da compreensão (Ainsworth; Scheiter, 2021), bem como uma possibilidade para o estudante revisar e repensar conceitos científicos, caso não seja algo novo, autorregulando seu processo de aprendizagem em química (Locatelli; Davidowitz, 2021), bem como para alunos dos anos iniciais, segundo Ferreira *et al.* (2018) a evocação do pensamento raciocínio potencializa a aprendizagem nas aulas de ciências. Assim, entendemos que a metacognição pode ser constituir de um grande potencial na aprendizagem em todos os níveis escolares, incluindo os anos iniciais.

O desenho pode ainda ajudar os alunos a visualizar conceitos científicos, comunicar ideias de forma clara, promover habilidades de observação e análise, melhorar a memorização e assimilação de informações, auxiliar na construção de modelos mentais e aumentar o engajamento e a motivação dos alunos no processo de aprendizagem (Wilson; Bradbury, 2021). E ainda, pode ser utilizado como método avaliativo, colocando-se como uma ferramenta flexível e apropriada para investigar concepções errôneas sobre conceitos (Levy; Mensah, 2020).

Dentro do ensino de ciências, um tema de bastante importância é a fotossíntese. O ensino da fotossíntese, embora fundamental para a compreensão dos fluxos de energia na natureza, enfrenta obstáculos significativos nas séries iniciais. O estudo desenvolvido por Portes (2019), por exemplo, aborda as dificuldades e erros conceituais no ensino da fotossíntese nos anos iniciais do ensino fundamental, propondo um guia digital teórico-prático investigativo para docentes. A autora identificou equívocos pedagógicos recorrentes, como a associação da fotossíntese à "purificação do ar" e a confusão entre fotossíntese e respiração vegetal, evidenciados em questionários aplicados a dez professoras.

O ensino da fotossíntese nos anos iniciais também foi abordado por Ponte e Oliveira (2021), que propuseram uma abordagem interdisciplinar para o ensino de fotossíntese nos anos iniciais, integrando experimentos (como cultivo de plantas sob diferentes condições), observação de fenômenos naturais e atividades lúdicas (ex.: contação de histórias). O estudo, realizado com professores em formação continuada, evidenciou a necessidade de superar abordagens fragmentadas e simplistas, como a associação da fotossíntese à



"purificação do ar", destacando a importância de estratégias que conectem conceitos biológicos, físicos e químicos ao cotidiano dos alunos (Ponte; Oliveira, 2021).

Apesar da aparente complexidade do conceito de fotossíntese para estudantes do primeiro ano do Ensino Fundamental, a espiral curricular, proposta por Jerome Bruner (1960), oferece um arcabouço teórico para abordar temas científicos de forma adequada às possibilidades cognitivas infantis. Bruner argumenta que "qualquer assunto pode ser eficazmente ensinado, de uma forma intelectualmente honesta, a qualquer criança em qualquer estágio de seu desenvolvimento" (Bruner, 1960, p. 33), desde que mediada por estratégias que dialoguem com seus modos de representação do conhecimento: enativo (aprendizagem por ação), icônico (aprendizagem por imagens) e simbólico (aprendizagem por linguagem). Nesse sentido, a fotossíntese pode ser introduzida inicialmente por meio de experiências sensoriais e visuais (como plantar sementes ou desenhar o "caminho" da luz solar nas folhas), estabelecendo bases concretas que serão revisitadas e ampliadas em ciclos posteriores. Os desenhos, ainda que não correspondam ao modelo científico formal, podem constituir um primeiro ciclo da espiral, onde noções intuitivas são mapeadas e servirão de base para revisões futuras.

Desta forma, o objetivo deste trabalho é analisar como os desenhos podem contribuir para a aprendizagem dos conceitos de fotossíntese em alunos do 1º ano do Ensino Fundamental, identificando no processo (1) indicadores de alfabetização científica (IAC) e (2) indícios de evolução no processo de compreensão desses conceitos.

2 ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO - ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Pretende-se aqui, trazer algumas ideias sobre esta abordagem didática que são relevantes ao entendimento da proposta do artigo. Uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) é um conjunto de atividades planejadas e articuladas, organizadas em etapas que simulam o processo de investigação científica, incluindo problematização, formulação de hipóteses, coleta de dados, análise crítica e síntese. Conforme Bellucco e Carvalho (2014), uma SEI é "planejada para desenvolver situações argumentativas essenciais no processo de aprendizagem" (p. 30), alinhando-se aos princípios do EnCI. Além disso, para os autores uma SEI é composta por etapas que integram problematização, investigação orientada e sistematização coletiva, visando promover a construção ativa do conhecimento científico.

Vale destacar a importância e contribuições do Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física (LaPEF) liderado pela Profa. Anna Maria Pessoa de Carvalho, que conforme



pontuado pela própria Carvalho (2018, p. 765) “resultou na constituição de um programa de pesquisa sobre ensino investigativo” que, se percebe, tem catalisado as pesquisas nessa temática em nível nacional.

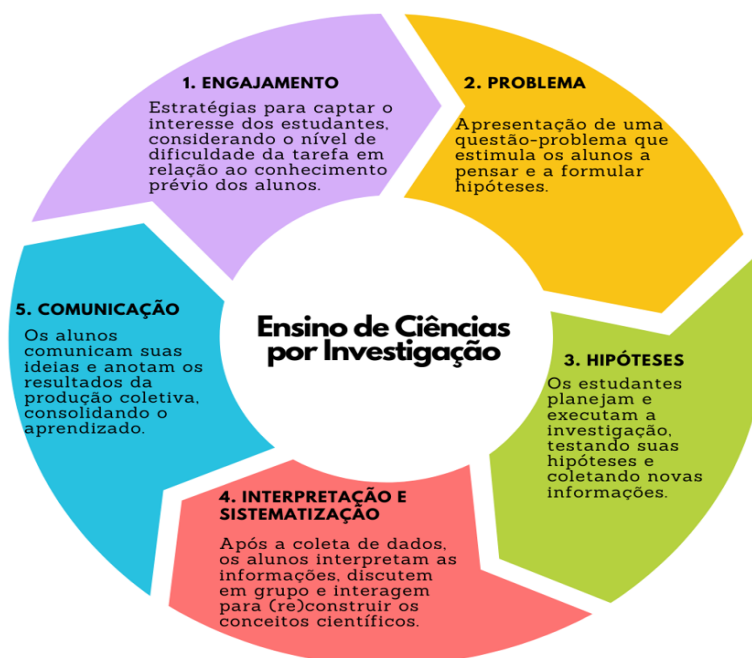
Como dito anteriormente, o EnCI se destaca no início da Educação Básica por sua abordagem interativa e engajadora, incentivando os estudantes a se envolverem ativamente na exploração e compreensão do ambiente ao seu redor. Além disso, essa abordagem contribui para um maior envolvimento e motivação com a ciência, aumentando o interesse e curiosidade pelos assuntos abordados, o que pode gerar um apreço contínuo pela área (Scarpa; Campos, 2018).

O EnCI é reconhecido por fomentar competências valiosas nos alunos, tais como o pensamento crítico, a resolução de problemas, a comunicação e a colaboração (Munford; Lima, 2007; Solino; Gehlen, 2016). Por meio da prática experimental e da análise de dados, os alunos desenvolvem a habilidade de formular hipóteses e de chegar a conclusões, habilidades essas cruciais para o seu crescimento científico (Zômpero; Laburú, 2011).

É importante enfatizar que o EnCI vai além da simples realização de experimentos em laboratório, permitindo que os alunos conduzam investigações em diversos contextos, o que enriquece a experiência educativa ao permitir testes de hipóteses de maneira mais ampla (Pedaste *et al.*, 2015; Munford; Lima, 2007). Inclusive, importante dizer que o EnCI pode ou não ser implementado por meio de experimentos (Munford; Lima, 2007; Locatelli, 2021), algo importante de ser salientado, pois muitas vezes não há material ou tempo para se desenvolver a aula no laboratório.

A abordagem EnCI pode ser compreendida por meio de uma estrutura que envolve cinco componentes principais, conforme descrito por Locatelli (2021), a partir de uma síntese do trabalho de Zômpero e Laburú (2011) que apontou características comuns ao EnCI. Na Figura 1, apresenta-se esses componentes e suas descrições:

Figura 1: Componentes do Ensino de Ciências por Investigação



Fonte: Adaptado de Locatelli (2021).

Essa estrutura facilita a compreensão e a aplicação do EnCI, promovendo um ambiente de aprendizado dinâmico e interativo que estimula o desenvolvimento cognitivo dos estudantes.

Adicionando-se a isso, no contexto dos primeiros anos do Ensino Fundamental, a abordagem didática do EnCI emerge como um meio interessante para despertar o fascínio dos estudantes pela ciência. Essa abordagem contribui significativamente para o cultivo de competências fundamentais, tais como o raciocínio crítico, a independência, a habilidade de tomar decisões e a capacidade de resolver problemas. Além disso, o EnCI posiciona as Ciências Naturais como eixo fundamental ao incorporá-las de forma estratégica na discussão de questões sociocientíficas que emergem do contexto social (Franco; Munford, 2020; Paz *et al.*, 2019). Sendo assim, essa abordagem não só enriquece o processo educativo com experiências práticas e investigativas, mas também prepara os alunos para compreender e interagir com os desafios científicos e tecnológicos da sociedade.

3 DESENHOS NA APRENDIZAGEM

De acordo com Ainsworth e Scheiter (2021), o desenho pode ser uma ferramenta ativa que engaja os alunos em processos cognitivos complexos, como a organização de informações visuais, a análise de detalhes e a elaboração de explicações sobre os fenômenos observados, bem como a compreensão de conceitos científicos por meio da visualização. Além disso, o desenho pode servir como uma forma de construir e testar

hipóteses científicas, permitindo que os alunos explorem diferentes maneiras de representar e entender o mundo natural. Ao esboçar representações de fenômenos científicos, os alunos estão, na verdade, engajando-se em um processo de construção de modelos mentais, o que é crucial para o desenvolvimento de habilidades científicas (Tytler; Prain, 2013). E ainda contribui no aspecto metacognitivo/metavisual trazido por Locatelli e Davidowitz (2021), fundamental para a construção dos conceitos científicos.

O papel do desenho na educação científica vai além da simples representação. Ele envolve os alunos em atividades de aprendizado ativo, onde o ato de desenhar facilita a compreensão e a comunicação de ideias complexas. Estudos como o de Tytler e Prain (2013) destacam que o desenho pode ser utilizado para promover a incorporação de novos conceitos, ajudando os alunos a visualizar e mobilizar ideias de forma diferente do que outras estratégias, como textos ou aulas expositivas. Nesse sentido, o desenho não é apenas uma forma de expressar o que os alunos já sabem, mas uma ferramenta que pode transformar e aprofundar esse conhecimento, trazendo uma potencialidade metacognitiva.

Para Tytler *et al.* (2020), o desenho pode ser uma ferramenta importante para promover o raciocínio dos alunos em ciências, desde que algumas condições sejam atendidas. Entre essas condições estão o uso adequado das potencialidades semióticas do desenho, que permite a criação de novos significados, a revisão rápida e a inspeção em um contexto multimodal. Além disso, são necessárias condições pedagógicas adequadas, como a correta estruturação do desafio, o conhecimento prévio dos alunos e o suporte contínuo dos professores durante o processo de desenho.

Ainsworth, Prain e Tytler (2011) argumentam que, ao serem desafiados a criar suas próprias visualizações, os alunos desenvolvem habilidades representacionais que são essenciais para o pensamento científico. Essas habilidades permitem que os estudantes não apenas interpretem informações visuais criadas por outros, mas também organizem e expressem suas próprias ideias de maneira coerente e criativa, promovendo uma compreensão mais profunda dos fenômenos científicos. Somado a isso, o ato de desenhar incentiva os alunos a engajar-se ativamente no processo de aprendizagem, transformando ideias abstratas em formas concretas que podem ser discutidas, refinadas e compreendidas coletivamente. Neste sentido, Locatelli e Davidowitz (2021) acrescentam a possibilidade de repensar sobre os desenhos, a metavisualização, revisando conceitos científicos.

Wilson e Bradbury (2021) investigaram o impacto da instrução explícita de desenho científico em uma unidade de ciências. Eles descobriram que a instrução explícita de desenho teve um impacto positivo nas representações dos alunos sobre a estrutura e função das plantas carnívoras. Alunos que receberam mais instrução de apoio sobre como

desenhar cientificamente demonstraram níveis mais altos de conhecimento de conteúdo em seus desenhos pós-unidade. Isso sugere que a instrução explícita de desenho pode ser uma ferramenta potente para ajudar os alunos a desenvolver sua prática epistêmica de representação visual e a aprofundar sua compreensão dos conceitos científicos.

Outra dimensão importante do uso de desenhos na educação científica é sua aplicação como ferramenta de avaliação formativa. Levy e Mensah (2020) argumentam que o desenho permite aos educadores obter uma visão clara das concepções dos alunos, identificando possíveis equívocos e acompanhando a evolução do pensamento ao longo do processo de aprendizagem. Seu trabalho abordou o uso de avaliações por meio de desenhos, dentre outros, como uma estratégia de aprendizagem para conectar-se aos modelos mentais dos alunos sobre sistemas hídricos e, em seguida, utilizar isso como um plano para construir modelos representativos para resolver problemas. Além disso, as autoras trouxeram que as avaliações por desenho serviram como uma ferramenta flexível e apropriada para investigar concepções errôneas sobre conceitos relacionados à água. Elas também possibilitaram que os alunos se autoavaliassem, acompanhando a evolução de seu pensamento ao longo de uma unidade de aprendizagem. A integração de arte e ciência desde a infância é vista como fundamental para estabelecer uma base acadêmica sólida e promover uma compreensão mais profunda e aquisição de alfabetização científica.

Segundo Areljung *et al.* (2021), embora o desenho tenha sido amplamente reconhecido como uma ferramenta potencialmente poderosa para a aprendizagem científica, sua aplicação prática na Educação Infantil ainda enfrenta desafios significativos. Segundo este trabalho, muitos professores dos anos iniciais não consideram o desenho como uma estratégia central para o ensino de ciências, mas sim como uma variação metodológica dentro do contexto geral de ensino e aprendizagem. De tal forma, essa percepção limita as oportunidades que o desenho pode oferecer na construção do conhecimento científico, resultando em sua aplicação majoritariamente como um meio para a produção artística ou escrita, ao invés de ser, também, um recurso didático interessante para a compreensão de conceitos científicos (Areljung *et al.*, 2021).

O trabalho de Areljung *et al.* (2021), no entanto, apresenta que há casos em que professores reconhecem e integram o desenho explicitamente como uma ferramenta para o aprendizado de ciências. Esses educadores são capazes de utilizar o desenho de maneira proposital, promovendo a visualização e a comunicação de conceitos científicos de forma mais potente, o que entendemos como fundamental, a questão da intencionalidade por parte do docente na aplicação da estratégia pictórica.



Acrescentando a isso, segundo Sasseron e Carvalho (2010) o desenho pode ser um recurso complementar para a expressão de significados que estão sendo construídos sobre determinados temas, auxiliando na comunicação de ideias, ainda não plenamente articuladas em texto escrito. Assim, ele reforça e expande a compreensão ao permitir que conceitos sejam visualizados e entendidos de maneira mais acessível (Sasseron; Carvalho, 2010).

4 INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Os IAC são ferramentas analíticas propostas por Sasseron e Carvalho (2010) para identificar habilidades e competências desenvolvidas por estudantes durante o processo de aprendizagem de ciências. Eles servem como parâmetros para avaliar como os alunos organizam informações, constroem raciocínios lógicos e elaboram explicações sobre fenômenos científicos, refletindo sua capacidade de engajar-se criticamente com conteúdos científicos e suas aplicações sociais.

De acordo com as autoras, os IAC organizam-se em três dimensões interligadas, correspondentes a etapas do processo de investigação, como pode ser observado no Quadro 1.

Quadro 1: Indicadores de Alfabetização Científica

Grupo	Indicador	Descrição
Trabalho com Dados	Seriação de Informações	Listagem ou relação de dados que serão ou foram trabalhados, sem necessariamente seguir uma ordem definida.
	Organização de Informações	Preparação de dados para o problema investigado, seja no início ou durante a retomada do tema.
	Classificação de Informações	Ordenação dos dados de acordo com características definidas, podendo ou não incluir hierarquias.
Estruturação do Pensamento	Raciocínio Lógico	Desenvolvimento e apresentação coerente das ideias durante as aulas de ciências.
	Raciocínio Proporcional	Identificação da interdependência entre variáveis e relações proporcionais.
Busca de Relações	Levantamento de Hipóteses	Formulação de suposições sobre um tema, que podem aparecer como afirmações ou perguntas.
	Teste de Hipóteses	Verificação de hipóteses levantadas, seja por meio de experimentação ou raciocínio.
	Justificativa	Apresentação de uma garantia ou evidência para validar uma afirmação feita.
	Previsão	Ato de prever um fenômeno ou ação subsequente com base em certos acontecimentos.
	Explicação	Relação entre informações e hipóteses, normalmente acompanhada de justificativa e previsão.

Fonte: Adaptado de Sasseron e Carvalho (2010).

A primeira dimensão, *Trabalho com Dados*, engloba a organização de dados (como criação de tabelas), a classificação hierárquica para identificar relações entre variáveis e a



seriação sequencial para detectar padrões, mesmo sem uma ordem preestabelecida. A segunda dimensão, *Estruturação do Pensamento*, articula a construção lógica de ideias (assegurando coerência nas afirmações) e a compreensão de relações proporcionais entre elementos, como a dinâmica entre presas e predadores. Por fim, a terceira dimensão, *Busca de Relações*, abarca desde a formulação e teste de hipóteses (via experimentação ou análise crítica) até a justificativa com evidências, a previsão de resultados e a elaboração de explicações que vinculam dados observáveis a princípios teóricos. Essas categorias não são excludentes, mas complementares, refletindo a complexidade do pensamento científico em ação.

As autoras destacam que esses indicadores não são excludentes: "a presença de um indicador não inviabiliza a manifestação de outro" (Sasseron; Carvalho, 2010, p. 6). Em atividades práticas, como a análise do jogo "Presa e Predador", os estudantes demonstraram, por exemplo, organização de informações ao criar tabelas e explicações ao relacionar variações populacionais.

A aplicação dos IAC permite aos educadores identificar estágios de desenvolvimento da alfabetização científica, desde a simples descrição de fenômenos até a construção de argumentos complexos. Como afirmam Sasseron e Carvalho (2010, p. 4), "o ensino de ciências deve ocorrer por meio de atividades abertas e investigativas nas quais os alunos desempenhem o papel de pesquisadores", e os IAC são essenciais para mapear esse processo.

5 METODOLOGIA

Neste trabalho, realizou-se uma pesquisa qualitativa de caráter da etnografia em educação realizada em momentos e enfoques distintos. Segundo Green, Dixon e Zaharlick (2005), a pesquisa etnográfica procura tornar evidentes as visões dos participantes, examinando as atividades do dia a dia a partir de uma óptica mais interna, do próprio grupo estudado, em contraste com uma abordagem externa.

Na educação, a etnografia é uma metodologia valiosa para identificar práticas pedagógicas bem estruturadas, pois permite uma observação detalhada e contextualizada do ambiente escolar e de seus sujeitos (Silva; Silva, 2021). Além disso, possibilita o reconhecimento de múltiplos contextos que influenciam os eventos em sala de aula, como ambiente institucional, idade e questões de gênero, oferecendo uma visão mais complexa e multifacetada do aprendizado de ciências (Munford; Souto; Coutinho, 2014).



5.1 Contexto da pesquisa

A pesquisa foi realizada em uma Escola Municipal de Educação Básica (EMEB) da rede pública localizada em São Bernardo do Campo (SBC), durante o primeiro semestre de 2024. A escola atende aos anos iniciais do Ensino Fundamental, em período integral.

A EMEB possui a Biblioteca Espaço Interativo (BEI), que, além de livros, conta com uma variedade de materiais didáticos. Esses materiais são adquiridos por meio de doações e, também, são construídos pelos próprios estudantes, promovendo um ambiente de aprendizado colaborativo e interativo. Além disso, a escola possui um Laboratório *Maker* equipado com computadores, uma cortadora a laser e uma impressora 3D. Este espaço proporciona aos alunos a oportunidade de se envolverem em projetos práticos e explorarem conceitos científicos de maneira inovadora e criativa.

No contexto desta pesquisa, a escolha da EMEB foi influenciada pela presença de uma professora unidocente que foi acompanhada durante o estudo. Esta professora participou de um curso de formação continuada sobre o Ensino por Investigação oferecido em uma universidade pública durante o ano de 2023. Após a conclusão do curso, ela se mostrou aberta e disponível para que esta pesquisa fosse realizada em sua sala de aula.

O acompanhamento da pesquisa envolveu a observação direta das aulas de ciências do 1º ano C, realizado semanalmente de abril a agosto de 2024. Durante essas observações, foram registradas as metodologias da docente e as interações entre alunos e professora. Uma SEI foi desenvolvida de forma colaborativa, sendo dividida em duas aulas: a primeira, conduzida pela professora e observada pelo primeiro autor; na segunda aula, com caráter mais investigativo, realizada pelo primeiro autor do trabalho em conjunto com a professora. Foi realizada uma atividade experimental com plantas aquáticas, para a observação visual do processo de fotossíntese.

5.2 Sujeitos da pesquisa

Inicialmente, acompanhamos 30 estudantes do 1º ano do Ensino Fundamental na referida EMEB, em pleno processo de alfabetização e idades entre 5 e 6 anos. O presente projeto teve aprovação pelo Conselho de Ética em Pesquisa da referida Universidade Pública (CAAE: 69281723.5.0000.5594) e somente foram considerados para a pesquisa, em princípio, os alunos cujos responsáveis assinaram o TCLE (Termo de consentimento Livre e Espontâneo). A figura 2 mostra o processo de seleção dos estudantes.



Figura 2: Processo de seleção dos estudantes a serem analisados



Fonte: Elaboração própria.

Como visto na Figura 2, na etapa de seleção dos participantes para a análise final, foram aplicados três critérios de exclusão. Primeiramente, foram removidos da amostra os estudantes que não entregaram os termos (TCLE), resultando $n=21$. Na sequência, não foram considerados os casos em que apenas um dos dois desenhos solicitados foi apresentado, garantindo que apenas aqueles que contribuíram em ambas as etapas fossem incluídos na análise, resultando em $n=12$. Finalmente, foram excluídos os estudantes cujos áudios relacionados às atividades não estavam disponíveis, devido a problemas técnicos. Esse processo de filtragem resultou em uma amostra final de 4 participantes ($n=4$).

No início do ano letivo de 2024, todos eles chegaram à escola em estágio pré-silábico. Durante o início da observação, foi apurado que 7 alunos já estavam alfabetizados, alguns estavam na fase de transição para o estágio silábico alfabético, enquanto 4 a 5 alunos permaneciam no estágio pré-silábico, enfrentando algumas dificuldades de aprendizagem. Essa diversidade de níveis de alfabetização torna esse grupo especialmente interessante para a pesquisa, uma vez que estão desenvolvendo suas habilidades de aprendizado e compreensão.

Além disso, estes estudantes já estavam acostumados a fazer desenhos em suas aulas de ciências com esta docente. Por estarem em processo de alfabetização, um dos recursos utilizados por ela é pedir para desenharem o que observaram e o que fizeram. Logo, seus desenhos costumam ser mais um retrato do que viram.

5.3 Instrumentos de coleta de dados

O Quadro 2 apresenta uma síntese dos instrumentos de coleta de dados utilizados na pesquisa, detalhando suas finalidades e períodos de aplicação.

Quadro 2: Instrumentos de coleta de dados utilizados

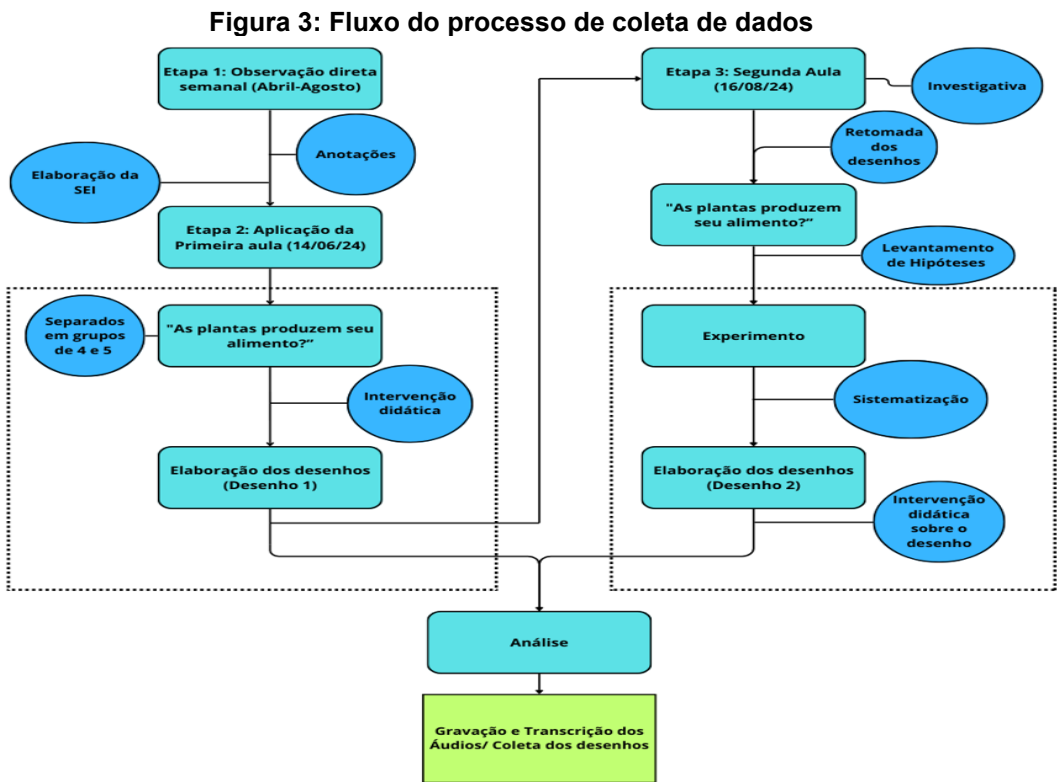
Instrumento	Finalidade	Aplicação (2024)
Observação semanal	Coletar dados sobre a metodologia e forma de atuar da docente, além de observar a assimilação de conhecimentos pelos alunos.	Abril a agosto
SEI	Coletar desenhos e gravações das falas durante as aulas.	14/06 e 16/08
Desenhos	Analisar a compreensão dos estudantes sobre fotossíntese por meio de representações visuais, comparando os Desenhos 1 e 2.	14/06 e 16/08
Falas	Analisar as discussões e interações dos alunos, identificando compreensões sobre fotossíntese não captadas nos desenhos.	14/06 e 16/08

Fonte: Elaboração própria.

Esses instrumentos foram fundamentais para a compreensão das metodologias empregadas em sala de aula e para a análise das interações e aprendizagens dos estudantes sobre o tema da fotossíntese.

5.4 Como foram coletados os dados

O percurso metodológico para a coleta de dados seguiu algumas etapas, como pode ser observado na Figura 3.



Fonte: Elaboração própria.

O primeiro momento (*Etapa 1*) foi a observação direta (Marconi; Lakatos, 2003; Creswell, 2007), realizada semanalmente, das aulas de ciências do 1º ano do Ensino Fundamental da EMEB, de abril a agosto de 2024. Nesta etapa, o objetivo foi coletar dados



a respeito de como as atividades são trabalhadas normalmente, observando as metodologias e postura adotadas pela docente responsável e, fundamentalmente, como se dá o processo de assimilação de novos conhecimentos pelos estudantes, bem como as interações entre os discentes e a docente.

O segundo momento foi a elaboração e aplicação de uma SEI de forma colaborativa com a docente responsável pela turma, registrando em áudio as falas das crianças durante a atividade e transcrevendo-as posteriormente. O tema central desta SEI foi a Fotossíntese. Neste sentido, duas aulas foram aplicadas e em ambas havia uma pergunta norteadora para as crianças responderem por meio de desenho: “Como as plantas se alimentam?”. A primeira aula foi aplicada pela docente responsável pela turma e a segunda pelo primeiro autor deste trabalho, supervisionado pela segunda autora. A SEI foi desenvolvida pelos autores.

Na primeira aula (*Etapa 2*), os alunos foram separados em grupos e a professora os questionou se sabiam como a planta se alimenta e se ela produz seu próprio alimento. Os alunos começaram a responder e foi pedido que cada um deles desenhasse como achavam que isso acontecia (Desenho 1). Durante essa atividade, foi incentivada a interação entre os membros do grupo, permitindo que discutissem suas ideias enquanto desenhavam. Após a conclusão dos desenhos, a professora reuniu os estudantes em uma roda de conversa, onde cada aluno teve a oportunidade de compartilhar suas hipóteses e discutir as diferentes perspectivas sobre a questão apresentada.

Na segunda aula (*Etapa 3*), aplicou-se um caráter mais investigativo seguindo os componentes abordados por Locatelli (2021). A aula teve início com a retomada dos desenhos realizados pelos alunos na *Etapa 2*, com o objetivo de relembrar o que fizeram e explorar as ideias prévias dos estudantes sobre o tema em discussão. Em seguida, a pergunta central da aula foi reintroduzida: “As plantas produzem seu próprio alimento?”. Esse questionamento guiou a discussão subsequente, na qual os conceitos e hipóteses levantados pelos alunos foram registrados na lousa. Esse momento foi fundamental não apenas para revisar o conhecimento pré-existente e construção coletiva do conceito de fotossíntese, mas também para integrar atividades de alfabetização, utilizando os conceitos discutidos como ferramenta para reforçar as habilidades de leitura e escrita dos alunos.

O momento seguinte envolveu a condução de um experimento utilizando os seguintes materiais e substâncias: bicarbonato de sódio, a planta de aquário *Egeria Densa* - costumeiramente chamada de *Elodea*. A Figura 4 ilustra o experimento realizado.

Figura 4: Imagem do experimento realizado com a Elodea



Fonte: Elaboração própria.

Primeiro dissolveu-se um pouco de bicarbonato de sódio no recipiente para aumentar a disponibilidade de gás carbônico (CO₂) na solução. Em seguida, foram colocadas algumas mudas da planta *Elodea*, que recebendo a luz do refletor, intensificou o processo de fotossíntese, sendo visível a liberação do oxigênio neste momento, em forma de bolhas saindo da planta.

Os alunos participaram ativamente, observando as transformações e discutindo as possíveis explicações para os fenômenos observados. Durante essa fase, os conceitos, anteriormente levantados na lousa, foram revisados, discutidos e, quando necessário, excluídos da lousa com base nas novas evidências e compreensões geradas pelo experimento. Esta etapa visou promover a correção das hipóteses e a construção de conhecimentos científicos por meio da observação, experimentação e construção coletiva.

Na fase de sistematização, os resultados do experimento foram discutidos coletivamente, culminando na formulação da Equação (1) simplificada da fotossíntese: “*água + gás carbônico → oxigênio + glicose*”. O termo “fotossíntese” foi introduzido e explicado aos alunos, vinculando o experimento às teorias científicas. Essa etapa foi crucial para a articulação entre a prática e o conhecimento teórico, assegurando que os alunos compreendessem o processo de fotossíntese de forma integrada e significativa.

A aula foi concluída com uma atividade prática de desenho (Desenho 2), em que os alunos repetiram a tarefa realizada na primeira aula. O objetivo foi comparar os desenhos produzidos após a aula inicial (conhecimentos prévios – Desenho 1) com os novos desenhos (avaliação – Desenho 2), observando o desenvolvimento conceitual ao longo das atividades. Além disso, foi conduzida uma “entrevista” individual com cada aluno, na qual foram questionados sobre o significado dos desenhos que haviam produzido. Essa etapa foi realizada com todos da turma, independentemente de sua participação específica na pesquisa, garantindo uma coleta abrangente e ideias sobre a construção inicial dos conceitos, além de evitar possíveis constrangimentos dos que não tinham os termos assinados.

Por fim, foi feita a comparação entre os desenhos coletados antes e após a aplicação da SEI (Desenhos 1 e 2), bem como a análise conjunta das falas gravadas dos estudantes. Embora o processo de construção de conceitos científicos ocorra gradativamente, a comparação permitiu avaliar discretas evoluções nos desenhos, fornecendo uma percepção sobre o impacto da SEI e dos desenhos na compreensão dos conceitos científicos estudados. Para tal comparação, a análise dos dados foi realizada com base nos IAC (Sasseron; Carvalho, 2010) apresentado no Quadro 1.

Para identificar os IAC, foram observadas tanto as falas quanto os registros visuais, atentando-se à maneira como organizam e trabalham com informações e hipóteses.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Iremos apresentar a análise referente à identificação dos IAC e a dos indícios de evolução na construção de conhecimento acerca da fotossíntese. Além disso, importante esclarecer que o foco aqui não foi analisar a exatidão gramatical da explicação dos estudantes com relação aos seus desenhos verbalmente ou por meio da escrita, e nem a qualidade dos desenhos em si. Analisou-se a evolução de evocações científicas trazidas pelos estudantes do desenho da primeira aula para o desenho da segunda.

6.1 Identificação dos indicadores de alfabetização científica





Na sequência, iremos apresentar os desenhos (1 e 2) realizados pelos estudantes.

6.1.1 Desenhos da aula 1 (Desenho 1)

Durante a primeira aula (*Etapa 2*), os alunos foram convidados a desenhar suas interpretações sobre a questão central: "As plantas produzem seu próprio alimento?". Os desenhos revelaram uma variedade de compreensões e concepções, refletindo os diferentes níveis de alfabetização e entendimento científico entre as crianças. O Quadro 3 a seguir apresenta os desenhos e falas da primeira aula dos estudantes analisados.



Quadro 3 - Desenhos e falas dos estudantes na primeira aula

Aluno	Desenho 1	Fala
A1		A1: Ela precisa de água, sol e 'pus' água aqui (dentro do recipiente) para limpar a raiz. (A raiz) Fica embaixo da terra, eu desenhei a terra espalhada ali dentro. A planta precisa que chova, pois vai encher o vaso com água e limpar a raiz. E o sol vai "hidratar" a planta, que vai crescer e virar uma rosa.
A2		A2: A raiz faz com que a planta cresça. As plantas comem as cobras na terra (minhocas) e isso dá nutrientes para ela.
A3		A3: Quando chove a água cai e vai pra planta poder usar isso. (A planta) Precisa do sol, mas como está chovendo, não desenhei.
A4		A4: Ela bebe água [...] pela raiz. Ela sobe para se alimentar. (Água sobe pela planta)

Fonte: Elaboração própria.

Esses desenhos e falas dos estudantes sugerem carregar a ideia de que a planta se alimenta do ambiente em que está inserida. Segundo Teixeira (2011) essa concepção de que a planta se alimenta da água, da terra ou do sol é algo persistente até mesmo depois do contato com os conceitos da fotossíntese de maneira mais formal.

As falas, ainda que carreguem muitas informações isoladas, quando auxiliadas pelos desenhos conseguem dar mais informações sobre o pensamento do estudante. Neste sentido, o desenho funciona como um recurso complementar para expressar os significados que os alunos desenvolveram sobre o tema abordado (Sasseron; Carvalho, 2010).

6.1.2 Desenhos da aula 2 (Desenho 2)

Como dito anteriormente, na aula 2 (*Etapa 3*), após a realização da experiência, sistematização e explicação final chegando no conceito de fotossíntese, foi solicitado aos estudantes que desenhasssem como as plantas se alimentam. O Quadro 4 contém os desenhos e falas dos estudantes coletados na segunda aula.

Quadro 4 - Desenhos e falas dos estudantes na segunda aula

Aluno	Desenho 2	Fala
A1		A1: Ela (planta) produz o gás. O que a gente respira (oxigênio). O alimento dela é água, sol e também, também pode ser por terra.
A2		A2: (A planta se alimenta) Com água e... Arroz. (Arroz, pelo que ele explicou depois, era açúcar - no caso, a glicose.)
A3		A3: A planta se alimenta de um ar que a gente não pode respirar. Garbonico (gás carbônico). Mas quando ela se alimenta ela solta o ar que a gente respira. Ela come o ar que ela come, que é ruim para a gente. Daí ela solta o ar que é ruim para ela, mas é bom para a gente.
A4		A4: Ela se alimenta com açúcar. Também com a luz. E a planta tinha raiz.

Fonte: Elaboração própria.

No segundo desenho, há uma evolução evidente, com os alunos incorporando novos elementos e refinando suas hipóteses, explicações e raciocínios. Embora continuem muito presos à ideia de nutrição pela raiz, algo que costuma estar bastante presente nos anos iniciais (Kawasaki; Bizzo, 2000), já trazem alguns conceitos e nomenclaturas mais científicos e próximos do processo da fotossíntese.

Além disso, percebe-se que estes desenhos têm um caráter mais de representação do que observação. É interessante destacar que os estudantes conseguiram retratar suas observações. Cappelle, Franco e Munford (2023) defendem justamente essa potencialidade do desenho, de revelar as concepções das crianças sobre a ciência, promovendo a observação científica, ao menos de forma introdutória.

O Quadro 5 apresenta a identificação dos IAC nos desenhos e falas nas duas aulas.

Quadro 5 - Identificação dos IACs nos desenhos e falas dos estudantes

Aluno	Indicadores de Alfabetização Científica	
	Desenho 1 e Fala	Desenho 2 e Fala
A1	Organização de Informações Raciocínio Lógico Previsão	Organização de informações Raciocínio Lógico
A2	Classificação de Informações Raciocínio Lógico	Organização de informações Classificação de Informações
A3	Organização de Informações Raciocínio Lógico Raciocínio Proporcional Previsão	Organização de Informações Raciocínio Lógico Raciocínio Proporcional Previsão Explicação
A4	Organização de Informações Classificação de Informações Raciocínio Lógico	Organização de Informações Classificação de Informações Raciocínio Lógico

Fonte: Elaboração própria.

Foi constatado que *Organização de Informações* foi um indicador que foi prevalente nos dois momentos. Segundo Sasseron e Carvalho (2010) esse cenário é algo esperado já que é o primeiro passo dentro de uma situação em que é preciso “juntar as peças”.

Raciocínio Lógico foi o indicador mais presente em todas as falas, pois os alunos demonstram uma compreensão do funcionamento das plantas ao estabelecerem relações de causa e efeito, além de apresentarem uma compreensão do ciclo do oxigênio e do processo de fotossíntese, explicando como a planta processa diferentes substâncias. Apesar de não ter sido tão recorrente nos resultados de seu trabalho, para Sasseron e Carvalho (2010) tanto o *Raciocínio Lógico* quanto o *Proporcional* se apresentam quando os estudantes demonstram que as variáveis são dependentes entre si e quais as consequências desta interdependência.

6.2 Evidências de evolução no conceito de fotossíntese apresentado pelos alunos

O Quadro 6 exhibe os elementos necessários para o entendimento da fotossíntese, considerando-se somente a transformação química (reagentes e produtos) e que foram (ou não) identificados nos desenhos e falas dos estudantes.

Quadro 6 - Identificação dos constituintes necessários para a reação química da fotossíntese

Aluno	Constituintes Identificados			
	Desenho 1	Fala 1	Desenho 2	Fala 2
A1	Água, Luz (sol)	Água, Luz (sol)	Água, Luz (sol)	Água, Luz (sol), oxigênio (O ₂)
A2	Luz (sol)	-	Água	Água, Glicose
A3	Água (chuva)	Água, Luz (sol)	Água	Água, gás carbônico (CO ₂), oxigênio (O ₂)
A4	-	Água	Água	Água, Glicose, Luz (sol)

Fonte: Elaboração própria.



Foram comparados os desenhos e as transcrições das falas dos alunos em dois momentos distintos: Desenho 1 (Quadro 3) e Desenho 2 (Quadro 4), a fim de verificar a evolução na compreensão dos conceitos de fotossíntese. Para isso, focamos nos principais constituintes necessários para que a reação da fotossíntese ocorra, considerando-se somente a transformação química: *água*, *gás carbônico*, *luz*, *glicose* e *gás oxigênio*. Esses elementos foram identificados em cada um dos desenhos e falas, sendo analisados separadamente. Duas considerações foram feitas a partir da explicação verbal dos estudantes acerca do que elaboraram nos desenhos, identificou-se o *sol* como sendo a *luz*, e *chuva* como sendo *água*.

No primeiro momento, o aluno A1 apresenta uma compreensão inicial dos conceitos de fotossíntese, reconhecendo dois dos principais constituintes: a *água* e a *luz* solar, que foram consistentes, tanto na fala quanto no desenho, o que sugere que o aluno tinha em suas concepções prévias algum nível de compreensão da relação entre a *luz* do sol e a *água* no processo. No segundo desenho, o aluno manteve a representação da *água* e da *luz* solar no desenho, mas adicionou um novo constituinte fundamental na fala: o *oxigênio*.

No caso de A1, há indícios de evolução conceitual quando o aluno passa a incluir o *gás oxigênio* na fala, ainda que o desenho continue focado em constituintes mais simples, como *água* e *luz*. De acordo com Kawasaki e Bizzo (2000), essa compreensão fragmentada é comum, pois muitos alunos apresentam dificuldades em conectar adequadamente os conceitos relacionados à fotossíntese, como os processos metabólicos, ainda mais considerando-se que são alunos do 1º ano do Ensino Fundamental.

Já o aluno A2, no primeiro desenho, representou apenas a *luz* do sol tanto no desenho quanto nos constituintes identificados, sem verbalizar informações adicionais. No segundo desenho, houve a incorporação de *água* e *glicose*, embora o desenho representasse somente a *água*, porém, na fala, o aluno explicou que o "arroz" desenhado simbolizava a *glicose*. Isso demonstra o início de evolução conceitual importante, com a introdução da *glicose* no processo, mesmo que de maneira incipiente.

No primeiro desenho, A3 reconheceu a *água*, sendo representada como chuva no desenho, e em sua fala a *luz* e a *água*. No segundo momento, houve um avanço significativo com a inclusão de *gás carbônico* e *oxigênio* (chamado de "ar bom") na fala, embora o desenho continuasse representando apenas a *água*. A fala de A3 revela uma compreensão mais completa da fotossíntese, mas, similarmente a outros alunos, esse indício de evolução não foi plenamente transferido para o desenho. Isso corrobora a visão de Sasseron e Carvalho (2010) de que o uso de múltiplas formas de comunicação, como desenho e fala, pode capturar nuances importantes do processo de alfabetização científica.



Inicialmente, o aluno A4 apenas trouxe em sua fala o constituinte *água*. No segundo desenho, além da *água*, o aluno incluiu verbalmente *glicose*, retratado como “açúcar” e *luz*, mantendo a representação visual limitada à *água*. Essa discrepância entre fala e desenho indica uma compreensão conceitual crescente da fotossíntese, com a adição de constituintes como a *glicose* e a *luz* solar na fala.

Essa diferença entre a fala e o desenho 2, pode ser explicada pelo que foi dito anteriormente: os estudantes nessa situação, desenharam o que observaram, ou seja, o potinho com a planta dentro. Apesar de parecer um desenho “simples”, a observação como prática científica e o desenho como ferramenta, como neste trabalho, podem facilitar a aprendizagem (Cappelle; Franco; Munford, 2023).

A análise da evolução dos alunos A1, A2, A3 e A4, na compreensão dos conceitos de fotossíntese, indicam possível melhora na organização das informações e na capacidade de articular explicações mais complexas, ainda que em níveis variados e ainda incipientes. Isso corrobora a ideia de que os desenhos, embora parcialmente, podem contribuir para a assimilação de informações e o aprofundamento da compreensão científica (Ainsworth; Scheiter, 2021; Wilson; Bradbury, 2021). Foi possível notar, também, indícios de que os desenhos podem ter contribuído para uma possível melhora no raciocínio dos estudantes (Ainsworth; Prain; Tytler, 2011; Tytler *et al.*, 2020). Além disso, apesar de Ainsworth, Prain e Tytler (2011) argumentarem que o desenho pode tornar explícito o pensamento dos estudantes e facilitar a troca de significados com colegas, no caso desta pesquisa, a fala contribuiu para a explicitação do pensamento contido no desenho.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de fotossíntese é um tema bastante complexo e que precisa de tempo para assimilação. Apesar disso, diante do exposto, observa-se que os desenhos contribuíram para o processo de assimilação, organização e comunicação de ideias dos estudantes acerca da fotossíntese. Ademais, observaram-se indícios de evolução conceitual dos estudantes acerca dos elementos necessários para a reação química da fotossíntese.

Os resultados demonstram que os desenhos se apresentam como um recurso valioso para a representação e construção do conhecimento científico haja vista a constatação de IAC demonstrados pelos estudantes, mesmo nesta fase em que ainda estão em processo de alfabetização.



Apesar de alguns indicadores de alfabetização científica aparecerem nos dois momentos, isso ocorreu de forma diferente em cada situação. Embora a *Organização de Informações* e o *Raciocínio Lógico* tenham sido observados tanto no Desenho 1 quanto no Desenho 2, no primeiro essas competências se manifestaram de maneira mais incipiente — tanto na estruturação gráfica quanto na comunicação das ideias — quando comparadas ao segundo. A evolução dos alunos pode ser evidenciada pela melhor organização das ideias, aumento na complexidade dos raciocínios e apropriação de terminologia científica.

Recomendamos estudos futuros que aprofundem mais a relação dos desenhos como recurso didático com os processos inerentes à metacognição, especialmente a metavisualização e suas respectivas contribuições para o processo de aprendizagem.

Agradecimentos

Agradecimentos especiais aos alunos, professores e à gestão da escola EMEB e da rede municipal de ensino de São Bernardo do Campo por permitir que o presente trabalho fosse realizado na instituição. Os autores agradecem ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e à FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo apoio fornecido ao longo deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- AINSWORTH, S.; PRAIN, V.; TYTLER, R. Drawing to learn in science. **Science**, v. 333, n. 6046, p. 1096-1097, 2011.
- AINSWORTH, S. E.; SCHEITER, K. Learning by drawing visual representations: Potential, purposes, and practical implications. **Current Directions in Psychological Science**, v. 30, n. 1, p. 61-67, 2021.
- ARELJUNG, S.; DUE, K.; OTTANDER, C.; SKOOG, M.; SUNDBERG, B. Why and how teachers make use of drawing activities in early childhood science education. **International Journal of Science Education**, v. 43, n. 13, p. 2127-2147, 2021.
- BELLUCCO, A.; CARVALHO, A. M. P. Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, p. 30-59, 2014.
- BRUNER, J. The Process of Education. Cambridge: Harvard University Press, 1960.
- CAPPELLE, V.; FRANCO, L. G.; MUNFORD, D. Use of Drawings and Connections Between Epistemic Practices in Grade 1 Science Lessons. **Science & Education**, p. 1-28, 2023.
- CARVALHO, A. M. P. de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 765–794, 2018.
- CHAPANI, D. T.; DOS SANTOS, T. B.; RIBEIRO, V. B. Inovação pedagógica:



possibilidades vislumbradas no contexto de um subprojeto de educação em ciências. **Revista de Iniciação à Docência**, v. 1, n. 1, p. 37-50, 2016.

CRESWELL, J. W. **Research Design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches**. SAGE Publications, 2007.

FERREIRA, S.A. *et al.* Atividades metacognitivas como facilitadoras na aprendizagem sobre seres vivos nos anos iniciais. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 14, n. 29, p. 43-62, jul. 2018.

FRANCO, L. G.; MUNFORD, D. 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**, v. 20, p. 687-719, 2020.

GREEN, J. L.; DIXON, C. N.; ZAHARLICK, A. A etnografia como uma lógica de investigação. **Educação em revista**, n. 42, p. 13-79, 2005.

KAWASAKI, C. S.; BIZZO, N. M. *Fotossíntese: um tema para o ensino de ciências?* **Química Nova na Escola**, v.12, p. 24-29, 2000.

LEVY, A. R.; MENSAH, F. M. Learning through the experience of water in elementary school science. **Water**, v. 13, n. 1, p. 43, 2020.

LOCATELLI, S.W. Using alternative strategy for implementing simple investigative activities to learn chemistry in the classroom. **Natural Science Education**, v.18, n.2, p.87-92, 2021.

LOCATELLI, S. W.; DAVIDOWITZ, B. Using metavisualization to revise an explanatory model regarding a chemical reaction between ions. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 22, n. 2, p. 382-395, 2021.

MAIA, P. F.; JUSTI, R. Desenvolvimento de habilidades no ensino de ciências e o processo de avaliação: análise da coerência. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 14, n. 3, p. 431-450, 2008.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo?. **Ensaio Pesquisa Em Educação Em Ciências**, v. 9, n. 1, p. 89-111, 2007.

MUNFORD, D. M.; SOUTO, K. C. N.; COUTINHO, F. Â. A etnografia de sala de aula e estudos na educação em ciências: Contribuições e desafios para investigações sobre o ensino e a aprendizagem na educação básica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 19, n. 2, p. 263-288, 2014.

PAZ, G. S. B.; MOLINA, E. R.; ROVAY, R. P.; BARBOSA, F. F.; LOCATELLI, S. W. Atividades investigativas de química nos anos iniciais do ensino fundamental: a extensão universitária como espaço de formação continuada. **Interfaces-Revista de Extensão da UFMG**, v. 7, n. 1, 2019.

PEDASTE, M.; MÄEOTS, M.; SIIMAN, L. A.; DE JONG, T.; VAN RIESEN, S. A. N.; KAMP, E. T.; MANOLI, C. C.; ZACHARIA, Z. C.; TSOURLIDAKI, E. Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. **Educational Research Review**, v. 14, p. 47-61, 2015.

PONTE, M. L. da; OLIVEIRA, R. Transposição didática para o ensino de fotossíntese nos anos iniciais do ensino fundamental: experiência na formação continuada de educadores. **Pesquisas e Práticas Educativas**, v. 2, p. 1-17, 2021.



- PORTES, A. K. C. **Ensino de ciências nas séries iniciais – fotossíntese: dificuldades e erros**. 2019. 20 f. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências por Investigação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.
- SÁ, E. F. de, LIMA, M. E. C. de C.; AGUIAR Jr., O. A construção de sentidos para o termo ensino por investigação no contexto de um curso de formação. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, pp. 79–102, 2011.
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Escrita e desenho: análise de registros elaborados por alunos do ensino fundamental em aulas de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 10, n. 2, 2010.
- SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. **ESTUDOS AVANÇADOS (ONLINE)**, v. 32, p. 25-41, 2018.
- SILVA, A. V.; SILVA, K. V. Etnografia na educação: contribuições metodológicas na compreensão da realidade educacional. **Revista Eletrônica Interações Sociais**, v. 5, n. 2, 2021.
- SOLINO, A. P.; GEHLEN, S. T. Abordagem temática freireana e o ensino de ciências por investigação: possíveis relações epistemológicas e pedagógicas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 19, n. 1, p. 141–162, 2016.
- TEIXEIRA, A. M. M. B. **Concepções alternativas em ciência: um instrumento de diagnóstico**. 2011. Dissertação de Mestrado. Universidade NOVA de Lisboa, 2011.
- TYTLER, R.; PRAIN, V. Representation construction to support conceptual change. **International handbook of research on conceptual change**. Routledge, p. 560-579, 2013.
- TYTLER, R.; PRAIN, V.; ARANDA, G.; FERGUSON, J.; GORUR, R. Drawing to reason and learn in science. **Journal of research in science teaching**, v. 57, n. 2, p. 209–231, 2020.
- WILSON, R. E.; BRADBURY, L. U. Assessing early primary students' growth in a science unit using multiple modes of representation: Investigating the promise of explicit drawing instruction. **International Journal of Science Education**, v. 43, n. 8, p. 1341-1364, 2021.
- ZOMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, p. 67-80, 2011.

