

Desenvolvendo um instrumento para análise de representações gráficas no Ensino de Ciências

Developing a tool to analyze graphic representations in Science Education

Marina Cristina Ferraz

Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências - Universidade de São Paulo
marina.cristina.ferraz@usp.br

Silvia Luzia Frateschi Trivelato

Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências - Universidade de São Paulo
slftrive@usp.br

Resumo

A linguagem científica se configura em termos específicos, práticas e signos que proporcionam uma complexa e efetiva comunicação de conceitos, ideias e processos. Como objetivo educacional, a apropriação da linguagem científica necessita ser analisada por diferentes perspectivas, incluindo a riqueza de dados de diferentes naturezas que gera nas pesquisas em Ensino de Ciências. Ainda que as imagens, sobretudo ilustrações ou desenhos, desempenhem um papel importante nas práticas científicas e escolares, a análise de dados dessa natureza ainda carece de objetividade. Este trabalho é um recorte da pesquisa realizada na graduação, que será aprofundada no mestrado, na qual foi elaborada uma rubrica para objetivar a análise de desenhos de uma atividade escolar investigativa. Por meio de critérios bem estabelecidos e explícitos, busca-se explorar o potencial dos dados de caráter gráfico.

Palavras chave: investigação científica, desenhos, metodologia de pesquisa

Abstract

The scientific language is composed by specific terms, practices and signs that allow a complex and effective communication of concepts, ideas and processes. As an educational goal, the appropriation of scientific language needs to be analyzed from different perspectives and include the variety of data, of diverse natures, that it generates to Science Education Studies. Even though images, especially illustrations or drawings, perform an important role in scientific and educational practices, the analysis of this kind of data still needs objectivity. The present work is a clipping of the research developed through the undergraduate course, which will be deepened through master's program, when a tool to objectify the analysis of

drawings made during a scholar inquiry activity was developed. We seek to explore the potential of graphic content data through well established and explicit criteria.

Key words: science investigation, drawings, research methodology

Introdução: a presença de imagens no contexto científico e educacional

A linguagem científica envolve muito mais do que apenas termos específicos que compõem o vocabulário dessa grande área de conhecimento. Ela inclui também uma série de práticas e signos que proporcionam uma comunicação complexa e efetiva de conceitos, ideias e processos. Um exemplo da característica multimodal da linguagem científica é a frequente apresentação de resultados de uma pesquisa em artigos compostos por texto - que inclui o vocabulário conceitual e de jargões da área -, figuras, quadros e tabelas. Tal pluralidade de representações corresponde à diversidade de naturezas dos dados e configura um aspecto importante a ser aprendido ao longo da educação científica, como afirmam Zômpero e Laburú (2010), sobretudo no ensino básico.

Além da característica multimodal, a linguagem científica tem como objetivo comunicar e retratar etapas de processos investigativos, seja na produção de um conhecimento ou mesmo na divulgação ou ensino de conhecimentos já existentes. Para tanto, as imagens desempenham um papel fundamental nessa comunicação (MARTINS; GOUVÊA; PICCININI, 2005), ora ilustrando procedimentos e observações, ora resumindo e destacando informações relevantes para o que se deseja comunicar. A depender do meio de divulgação - livros, sites, artigos etc. - pode-se utilizar vídeos, fotografias, esquemas e ilustrações e cada um desses tipos possui recursos próprios para destacar o que se deseja.

Apesar de muito presentes, tanto na construção dos conhecimentos científicos quanto no ensino dos mesmos, as imagens - sobretudo as ilustrações - apresentam desafios para os pesquisadores do ensino de ciências (VITOR; MARTINS, 2020), ao passo que avaliá-las pode ser uma tarefa bastante difícil, pela subjetividade imposta pelas representações gráficas.

Na maioria dos estudos realizados, as imagens servem como um canal para acessar concepções de ciência e cientista por parte dos alunos e alunas, mas o caminho para entender o processo de aprendizado em situações nas quais os estudantes exercitam sua linguagem científica, incluindo a confecção de ilustrações e desenhos, é muito mais complexo. Da mesma forma que para analisar um texto se considera a forma e o conteúdo, a análise de representações gráficas como desenhos também deve atravessar ambos os aspectos e é nesse ponto que a subjetividade dificulta consideravelmente a tarefa dos pesquisadores.

Considerando o processo de aprendizado, o uso de imagens pode contribuir para o desenvolvimento de habilidades e a compreensão de conceitos e processos complexos, mas também pode funcionar no sentido oposto, a depender de suas características e do contexto no qual são usadas. Existem exemplos conhecidos de propagação de ideias equívocas através de imagens, que podem levar a concepções bastante inadequadas das ciências naturais, como o experimento da pipa de Benjamin Franklin. O experimento em questão, apesar de descrito mais detalhadamente em cartas de Franklin e no livro de Joseph Priestley (1767), foi reproduzido sucessivamente em ilustrações com erros que se acumularam (tanto conceituais como a posição da chave e das garrafas, quanto relacionados a presença e a idade do filho de Franklin no episódio do experimento), apresentando-se inclusive em materiais didáticos e gerando concepções distorcidas da natureza dos experimentos científicos, que chegam a

parecer aventuras improvisadas em certas ocasiões. Casos como esse são estudados profundamente e descritos por pesquisadores da filosofia, história e natureza da ciência, como Ana Paula Bispo da Silva e Breno Arsioli Moura em publicações como “Objetivos humanísticos, conteúdos científicos contribuições da história e da filosofia da Ciência para o ensino de Ciências” e “A filosofia natural de Benjamin Franklin: traduções de cartas e ensaios sobre a eletricidade e a luz”.

Para Bachelard, fatores que dificultam o progresso do aprendizado, como imagens que apresentam simplificações excessivas ou até mesmo erros conceituais, podem consolidar compreensões equivocadas e impedir o aprofundamento do conhecimento. De acordo com Gomes e Oliveira (2007), Bachelard considera essencial que haja motivos claros para a continuidade do aprendizado, ou seja, “estabelecer dialética entre variáveis experimentais e substituir saberes estáticos e fechados por conhecimentos abertos e dinâmicos” (GOMES; DE OLIVEIRA, 2007, p. 97). Nesse sentido, para contornar obstáculos, recursos como desenhos em atividades escolares devem ser contextualizados em experiências que dialoguem com fundamentos explicativos dos fenômenos, extrapolando a mera “cópia” ou o uso inapropriado de analogias.

A fala e a escrita já se consolidaram como objetos de estudos das pesquisas em ensino de ciências, inclusive no contexto de Alfabetização Científica e Ensino de Ciências por Investigação, por possuírem metodologias diversas que permitem análises plurais e completas dos mais variados aspectos do processo de ensino e aprendizagem de ciências. Para que as representações gráficas, desenhos, também possam ser considerados como dados significativos desse processo se fazem necessárias estratégias metodológicas para a análise de dados dessa natureza.

O estudo da semiótica, tomando as imagens representacionais como signos (NÖTH, 2012), traz alguns conceitos, que quando aplicados a imagens científicas se traduzem em possibilidades para buscar a objetivação de análises dessa natureza (gráfica) e incluir desenhos feitos por estudantes aos conjuntos de dados que refletem o aprendizado de ciências. Foi nos princípios da semiótica que encontramos a possibilidade de analisar um conjunto de relatórios produzidos em uma sequência de ensino por investigação de maneira mais completa, já que as transcrições das interações orais e aspectos da escrita costumam ser os objetos mais explorados nas pesquisas do grupo. Em atividades cujo objetivo principal é responder a uma questão de investigação, os estudantes ilustram suas observações como etapa vital do processo. Para avaliar o aprendizado durante tais práticas, uma ferramenta como a que será apresentada a seguir se faz de grande valia na compreensão das pistas deixadas pelos alunos e alunas sobre suas buscas.

O desenvolvimento do instrumento de análise

Em uma pesquisa realizada durante a graduação, nos propusemos a analisar desenhos integrantes de relatórios de atividades de microscopia em uma sequência de ensino por investigação. Os desenhos feitos na atividade em questão eram uma parte fundamental da investigação realizada pelos alunos e alunas, desempenhando um papel de registro de observações, muito característico das ciências da natureza. Para investigar a capacidade de salto das pulgas, os alunos e alunas, em grupos, elaboraram hipóteses preliminares, observaram pulgas e formigas ao microscópio, desenharam suas observações e descreveram os animais. Ao final das etapas descritas, os estudantes escreveram suas conclusões, fazendo um contraponto às hipóteses dadas inicialmente.

Para determinar a função dos desenhos na comunicação das hipóteses e conclusões dos grupos participantes da atividade, estabelecemos a necessidade de analisar as características gráficas das produções dos alunos e alunas. Desenhos feitos no contexto escolar podem

apresentar características próprias de imagens usadas na comunicação científica, descritas por Munõz (2010), dentre as quais foram selecionadas sete - no quadro a seguir - que permitiriam avaliar a qualidade informativa dos desenhos, estabelecendo relações com aspectos das hipóteses, descrições de observação e conclusões colocadas em texto por cada grupo em seus relatórios.

Quadro 1: Características das imagens científicas (aplicadas às produções escolares) e seus descritores

Característica	Descritor
Objetividade	A representação permite identificar facilmente qual o objeto de estudo, sendo fiel à observação no sentido de não apresentar elementos externos puramente estéticos, juízo de valor, elementos de imaginação, concepções prévias ou símbolos subjetivos
Pragmatismo	Qualidade de efetivamente fornecer ao leitor a perspectiva que se deseja imprimir, por meio de escolhas de técnicas e recursos gráficos. As evidências do pragmatismo são a correspondência entre o texto e os desenhos, por exemplo, de forma que fique claro o esforço de imprimir na ilustração aquilo que se explicou por meio da escrita
Exatidão	Relaciona-se à verossimilhança, ou seja, a ilustração permite identificar qual é o objeto de observação por representar fielmente sua forma
Significado unívoco	As características representadas possuem apenas uma interpretação, ou seja, não há margem de dúvida de determinada característica por conta da representação em desenho, os elementos representados não causam ambiguidade quanto à morfologia do animal
Coerência	As informações contidas, tanto nas descrições quanto nos desenhos não são conflitantes e sim complementares. Entre um desenho e outro, a escolha de técnicas e recursos gráficos permite o entendimento das informações da mesma forma
Normalização e convencionalismo	Uso de técnicas e recursos gráficos semelhantes para representar aspectos semelhantes
Foco	A perspectiva do autor ou autora é impressa no desenho, portanto o foco da investigação ou da descrição será destacado de alguma maneira. Na observação da morfologia externa de um organismo, as características externas visíveis devem ser representadas de acordo com o que o autor ou autora tomou como foco da observação

Fonte: Elaboração própria

Com as características a serem analisadas selecionadas, a próxima necessidade foi estabelecer critérios para a análise, levando em conta a descrição de cada característica. Aspectos observáveis nas produções poderiam se aproximar, em três graus, das definições das características, em um sistema de pontuações semelhante ao da ferramenta proposta por Sandoval, Kawasaki e Clark (2021) para avaliar o quanto um discurso em sala de aula se aproximava de uma discussão científica, partindo da fala do professor. Um relatório poderia, então, ser posicionado em uma das três pontuações para cada característica de acordo com parâmetros estabelecidos para a análise de cada uma delas. Desse modo, cada relatório teria uma pontuação por característica e uma pontuação total - a soma das pontuações de cada característica.

Os critérios para avaliar cada característica foram surgindo ao longo de algumas análises

preliminares, para testar a possibilidade de observar determinados aspectos, tanto gráficos quanto conceituais, nos desenhos dos alunos e alunas. Algumas das características proporcionaram três aspectos observáveis, outras apenas dois e uma delas foi avaliada por um único aspecto. Com isso, as pontuações precisaram ser normatizadas para fins de comparação entre os relatórios de turmas de diferentes níveis, mas este movimento possui muito mais relação com os objetivos específicos da pesquisa na ocasião e menos com a objetivação da metodologia de análise de representações gráficas e por isso não será explorado no presente trabalho.

Ao final das análises preliminares, do estabelecimento dos critérios para a avaliação de cada característica gráfica dos desenhos e de alguns testes, uma rubrica foi consolidada. A partir deste instrumento, desenhos contidos em relatórios de turmas de três níveis educacionais diferentes passaram por uma análise mais objetiva.

Quadro 2: Rubrica de análise de desenhos

RUBRICA DE ANÁLISE DE DESENHOS			
Característica	-1: apresenta elementos que prejudicam a característica	0: não apresenta elementos que prejudicam e nem que contribuem para a característica / evidência ausente	1: apresenta elementos que contribuem para a característica
Objetividade	Possui elemento externo ao corpo do animal representado no desenho ou descrito em texto	Possui elemento externo ao corpo do animal, mas é possível relacioná-lo à morfologia	Não possui elementos externos ao corpo do animal representado nem aspectos não observáveis descritos em texto
	Possui valores intrínsecos, concepções ou elementos de imaginação representados	Possui valores intrínsecos ou concepções que estão relacionados à hipótese ou ao senso comum	Fica claramente perceptível ao leitor que a representação é fruto de uma observação (a descrição corresponde e se restringe à representação)
	Possui marcações e/ou símbolos subjetivos (e.g.: carinha feliz, corações, estrelas, etc.)	Possui marcações e/ou símbolos em analogia à hipótese ou descrição fornecida (e.g.: objetos em comparação a partes do corpo, como molas, leques, etc., para exemplificar a analogia)	Não possui marcações e/ou símbolos



Pragmatismo	Não é possível identificar características descritas em texto no desenho	As características descritas em texto podem ser observadas no desenho, mas não se nota um esforço particular em destacá-las	Ao observar a representação em desenho, ficam claras as características que o autor percebeu e descreveu durante a observação
	A técnica escolhida (e.g.: preenchimento com cor ou textura, força do decalque, estilo do traçado) atrapalha a visualização das características	Não existe um esforço notável na escolha de uma ou mais técnicas que favoreçam a visualização de determinadas características	As técnicas escolhidas para a representação ajudam na visualização das características que o autor escolheu apontar
Exatidão	Não é possível distinguir um objeto de estudo claro (e.g.: a forma não está completa, o traço é aberto, o fundo e o objeto se mesclam devido à técnica). Não é possível entender qual o organismo representado mesmo com auxílio do texto	Há um objeto de estudo claro, mas só fica claro com o auxílio do texto	É possível identificar qual é o organismo representado sem dificuldades, mesmo sem auxílio do texto (é possível identificar a posição e a orientação do animal)
	Não há esforço de representar diferenças de perspectiva de um aumento da lupa para outro	Há diferenças muito sutis entre as perspectivas representadas em relação à proporção do objeto no campo de visão	Nota-se claramente a diferença de perspectiva entre os aumentos, a proporção do objeto em relação ao campo de visão muda de acordo com o aumento
	Não há detalhamento (e.g.: textura, volume, segmentação, etc., em nenhuma das perspectivas)	Há mais detalhamento no desenho que representa a perspectiva de maior aumento (mesmo que não haja esforço de detalhar na representação do menor aumento), mas a proporção do objeto no campo de visão se mantém ou se altera muito pouco	O detalhamento fica muito mais aparente na representação do maior aumento, mas ainda se percebe o esforço em detalhar o objeto mesmo na representação da perspectiva do menor aumento



Significado unívoco	Os elementos do objeto (e.g.: número de pernas/apêndices etc.) não ficam claros no desenho	É possível distinguir as partes do objeto, mesmo que falte numericamente a representação dos elementos (percebe-se intencionalidade na ausência de representação)	Distinção clara entre as partes do corpo
	As texturas ou traçados dificultam a distinção de partes do objeto	Não apresenta texturização de elementos	O traçado e as texturas contribuem para a diferenciação entre os elementos do objeto (morfologia do animal)
Coerência	A forma e os aspectos do objeto diferem drasticamente entre uma representação e outra	A forma e os aspectos diferem parcialmente entre as representações, mas é em decorrência de simplificação ou mudança de perspectiva de aumento	A forma e os aspectos do objeto são os mesmos em todas as representações
	A escolha de técnica para representar um mesmo elemento prejudica o entendimento em um dos desenhos	A mudança de técnica entre desenhos não altera o entendimento	Ocorre mudança de técnica perceptivelmente a fim de melhorar o detalhamento e o entendimento das partes representadas
	As informações da descrição em texto diferem drasticamente dos desenhos	Existe disparidade entre a descrição e o desenho por falta de elementos de um ou de outro	Todos os elementos descritos estão presentes no desenho de forma correta
Normalização e convencionalismo	A falta de legendas ou legendas conflitantes prejudica o entendimento (e.g.: usa legenda, mas não fica claro a que se refere)	Não há legendas, mas não prejudica o entendimento	Há legendas claras e que auxiliam o entendimento dos desenhos

	O uso de setas, linhas ou recursos esquemáticos prejudica o entendimento ou são conflitantes entre si	Não há setas, linhas ou recursos esquemáticos	O uso de setas, linhas e recursos esquemáticos contribui para o entendimento dos desenhos e é coerente com as demais representações
Foco	Percebe-se uma tentativa de destaque de alguma característica conforme o descrito em texto ou mencionado nas hipóteses, mas a execução (técnicas e recursos) é prejudicial à visualização e ao entendimento	Não há nenhum destaque perceptível, mas as características morfológicas principais estão presentes (no caso da comanda, as pernas são o mais importante; se houver menção à apêndices e outras características, elas devem estar contidas no desenho)	Há destaque intencional de alguns elementos por meio de técnicas e recursos que facilitam a identificação e o entendimento (e.g.: por meio de texturas, decalque do traço, proporções, recursos gráficos esquemáticos, etc.)

Fonte: Elaboração própria

Para exemplificar, a seguir encontra-se o recorte dos desenhos e descrições de um dos relatórios analisados, das turmas do ensino fundamental. Na atividade, os grupos observaram pulgas e formigas em duas perspectivas de aumento ao estereomicroscópio, para que houvesse a comparação de suas morfologias. Acompanhado o conjunto de desenhos, as descrições por escrito também foram incluídas na análise e, em alguns casos, serviram como complemento de informações, descrevendo as cores e texturas que não foram representadas nos desenhos.

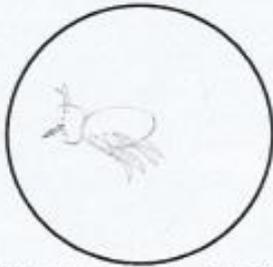
Aplicando a rubrica de análise

Em linhas gerais, no relatório usado como exemplo os estudantes incluíram detalhes ricos e complementares aos desenhos em suas descrições, apesar de não apresentarem técnicas aprimoradas de desenho, nota-se um esforço para representar com fidelidade a observação.

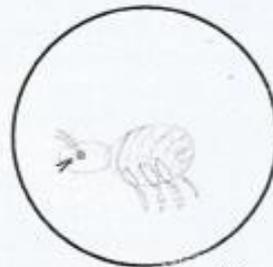
Figura 1: Digitalização de desenhos e descrições contidos em um relatório da atividade investigativa sobre a capacidade de salto das pulgas



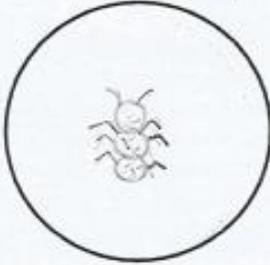
5.1 Desenhos dos insetos vistos ao microscópio



Pulga em aumento de: 70x



Pulga em aumento de: 150x



Formiga em aumento de: 70x



Pulga em aumento de: Formiga

5.2 Descrição dos insetos vistos ao microscópio

Pulga: A pulga tem um tom de marrom, com duas pequenas antenas. Há vários "olhos" em seu corpo junto com um olho. Ele tem 6 patas fortemente curvadas e peludas; um olho grande em uma pequena cabeça de aberturas de sangue de mamíferos e aves; é onívoro, bebendo 300 a 400 ovos de uma única vez; consegue pular a distância de 200x seu próprio tamanho.

Formiga: A formiga tem duas antenas, dentes afiados, sua coloração é marrom, tem muitas pelos, tem 2 olhos esbugalhados. As maiores alongam entre 3,5 a 5mm, são formigas agressivas, são onívoras podendo se alimentar de quase todos os alimentos.

Fonte: Acervo de dados coletados por Del Corso (2020)

Quanto à objetividade, apenas o animal observado está representado em cada campo de desenho; alguns detalhes associam-se claramente com a observação como a descrição das antenas, da cor e da textura de cada animal e estão parcialmente reproduzidos nos desenhos de ambos os objetos, porém nas descrições há informações sobre os hábitos de vida dos animais, aspectos que não correspondem à observação; em relação a marcações e símbolos subjetivos, nota-se uma “expressão facial” atribuída à pulga e a descrição dos “olhos esbugalhados” da formiga, portanto a observação e a representação ficaram comprometidas com algumas preconcepções dos observadores.

Como já mencionado, várias das características descritas em texto correspondem às representações, mesmo quando não se percebe um esforço de destacá-las. Os apêndices e detalhes do corpo mencionados estão visíveis nos desenhos e as técnicas adotadas contribuem para o entendimento das descrições, por exemplo os “riscos” no corpo da pulga estão bem visíveis, mesmo que não haja destaque. A esses aspectos dos desenhos, se atribui o pragmatismo.

Sobre a exatidão, conseguimos distinguir um objeto de estudo evidente em cada campo de desenho e percebemos claramente a diferença entre os organismos. Mesmo que as características representadas sejam mais genéricas, elementos essenciais (como o formato do corpo e o número de pernas) estão corretamente representados. Além disso, entre as diferentes perspectivas de aumento do microscópio, verifica-se uma mudança, ainda que sutil em relação ao tamanho do corpo no campo de observação e uma mudança mais acentuada em relação ao detalhamento.

Quanto à atribuição de significado unívoco a aspectos representados graficamente, o relatório selecionado se coloca na posição intermediária em ambos os pontos: as partes do corpo (elementos morfológicos) podem ser identificadas nos desenhos, mesmo que não estejam completamente representadas e a tentativa de texturização realizada não contribui e nem prejudica a visualização dos elementos morfológicos, não desempenhando função no entendimento. Com o auxílio das descrições em texto, nota-se que os estudantes observaram corretamente o número de pernas da pulga e perceberam diferenças entre os apêndices dos dois animais.

Em relação à coerência, os desenhos apresentam a mesma estrutura na representação de um mesmo animal, entre um aumento e outro. Fica evidente uma mudança de técnica na representação gráfica de maior aumento, ressaltando o detalhamento da observação sem conflito de informações (entre os desenhos de um mesmo animal e entre os desenhos e descrições). Apesar disso, nem todos os elementos descritos estão presentes nas representações, como os pelos no corpo da pulga.

Considerando o uso de recursos convencionais nas imagens e representações científicas, não ocorreu nenhuma tentativa de incluir legendas, setas ou outros recursos no relatório selecionado. Dessa forma, a pontuação da característica de normalização e convencionalismo foi nula para ambos os parâmetros, sem contribuição ou prejuízo para o entendimento das informações.

Sobre o foco das representações, os desenhos apresentam destaque para alguns elementos morfológicos dos animais, sobretudo elementos descritos no texto que tiveram influência nas conclusões da investigação dos estudantes. O aspecto geral do corpo dos animais e das pernas demonstra que as diferenças principais foram observadas, percebidas e registradas na atividade.

Considerações finais

Apesar de ainda ser um tipo de análise com grau de subjetividade que não pode ser desconsiderado, explicitar ao máximo os critérios estabelecidos para os dados dos quais se tem posse é de extrema importância para a interpretação das evidências contidas ali. Entender o processo de aprendizado de ciências por meio de investigações não deve depender mais de inferências e valores pessoais do pesquisador do que de uma metodologia rigorosa estabelecida ou adaptada de acordo com o caráter dos dados.

Em grande parte das leituras realizadas em preparação para a pesquisa que deu origem à rubrica aqui apresentada, relacionadas a investigação de desenhos e imagens no ensino de ciências, os critérios de análise não ficam totalmente claros. Como consequência, as

conclusões ficam comprometidas e a sensação que o leitor pode ter é a de não compreender o caminho percorrido pelo pesquisador até as conclusões, que se colocam tão subjetivas quanto a análise dos dados.

Alguns dos resultados da pesquisa na qual foi elaborado o instrumento apresentado evidenciaram o desenvolvimento de técnicas e o uso de recursos característicos do meio científico com o crescente nível de escolaridade dos sujeitos, indicando que a análise detalhada pode contribuir para o entendimento da apropriação tanto de conceitos quanto de práticas científicas por parte de alunos e alunas em diferentes contextos.

Com o detalhamento do processo de observação e os registros desempenhados nas atividades investigativas incluídas nas análises, percebemos ainda mais a importância de um contexto favorável ao uso de recursos gráficos, evitando que ilustrações sejam meras ferramentas de generalização ou simplificação. O protagonismo dos estudantes nas investigações, inclusive a confecção de suas próprias ilustrações, favoreceu os questionamentos necessários para vencer os obstáculos epistemológicos mais relacionados com o uso indiscriminado de ferramentas visuais tão comum no ensino de ciências.

Ainda que o número de pesquisas sobre imagens, sobretudo desenhos, no ensino de ciências não seja desprezível, as abordagens de dados com caráter gráfico não variam muito (CHANG et al., 2020). Desse modo, existe um grande potencial a ser explorado na investigação do ensino de ciências através de imagens, o que exige o desenvolvimento de metodologias específicas e a capacidade de adaptação e interpretação dos pesquisadores, até mesmo da criatividade e inovação dentro do meio acadêmico para lidar com os desafios de estudos no Ensino de Ciências. Experimentar a construção de uma metodologia mais objetiva para analisar dados de caráter gráfico proporcionou um novo olhar sobre o aproveitamento das informações contidas nas produções dos estudantes e também sobre a apresentação de análises e resultados no meio da pesquisa em Ensino de Ciências.

Agradecimentos e apoios

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pelo auxílio financeiro, Chamada MCTIC/CNPq no. 28/2018 - Universal.

Também agradecemos aos integrantes do GEPEB (Grupo de Estudos e Pesquisa em Ensino de Biologia) pela dedicação nas coletas e organização dos dados utilizados no presente trabalho.

Referências

CHANG, Hsin-Yi et al. A systematic review of trends and findings in research employing drawing assessment in science education. **Studies in Science Education**, v. 56, n. 1, p. 77-110, 2020.

CORSO, Thiago Marinho Del. **A vista do meu ponto**: práticas epistêmicas, argumentos e explicações no contexto de uma sequência de ensino por investigação e história da ciência. 2020. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020. doi:10.11606/T.48.2020.tde-27082021-111330. Acesso em: 2022-08-26.

GOMES, Henrique José Polato; DE OLIVEIRA, Odisséa Boaventura. Obstáculos epistemológicos no ensino de ciências: um estudo sobre suas influências nas concepções de átomo. **Ciências & Cognição**, v. 12, 2007.

HERNÁNDEZ MUÑOZ, Óscar. La dimensión comunicativa de la imagen científica: representación gráfica de conceptos en las ciencias de la vida. 2010.

MARTINS, Isabel; GOUVÊA, Guaracira; PICCININI, Cláudia. Aprendendo com imagens. **Ciência e Cultura**, v. 57, n. 4, p. 38-40, 2005.

MOURA, Breno Arsioli. **A filosofia natural de Benjamin Franklin: traduções de cartas e ensaios sobre a eletricidade e a luz**. Editora UFABC, 2019.

NÖTH, Winfried. Fundamentos semióticos do estudo das imagens. **Tabuleiro de Letras**, n. 5, 2012.

SANDOVAL, William A.; KAWASAKI, Jarod; CLARK, Heather F. Characterizing science classroom discourse across scales. **Research in Science Education**, v. 51, n. 1, p. 35-49, 2021.

SILVA, Ana Paula Bispo da; MOURA, Breno Arsioli. **Objetivos humanísticos, conteúdos científicos: contribuições da história e da filosofia da ciência para o ensino de ciências**. EdUEPB, 2019.

VITOR, Fernanda Cavalcanti; MARTINS, André Ferrer P. Ilustrações científicas no ensino de ciências: um panorama a partir de periódicos brasileiros. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 2, p. 99-121, 2020.

ZÔMPERO, Andreia de Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. As relações entre aprendizagem significativa e representações multimodais. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 12, p. 31-40, 2010.