

# Características de Imagens Científicas em produções escolares

## Features of Scientific Images in scholar productions

**Marina Cristina Ferraz**  
Universidade de São Paulo  
marina.cristina.ferraz@usp.br

**Sílvia Luzia Frateschi Trivelato**  
Universidade de São Paulo  
slfrive@usp.br

### Resumo

As imagens fazem parte da linguagem científica e têm grande importância tanto na produção quanto na divulgação e no processo de ensino-aprendizagem, reunindo informações e conceitos de forma visual e mobilizando uma série de habilidades para sua interpretação e/ou produção. Existem algumas características próprias das imagens consideradas científicas que contribuem para essa qualidade informativa e que podem ser identificadas inclusive em ilustrações produzidas em atividades investigativas por alunos e alunas em idade escolar. Usando uma adaptação de ferramenta de escalas e pontuações por categoria, cinco relatórios de microscopia de uma atividade inserida em uma sequência investigativa, aplicada no 7º ano do ensino fundamental, foram analisados, revelando uma interessante variação de certas características que pode contribuir para o entendimento do processo investigativo dos alunos e alunas.

**Palavras chave:** alfabetização científica, linguagem científica, desenhos

### Abstract

Images are part of the scientific language and have great importance both in the production and in divulgation or in teaching and learning processes, since they gather information and concepts in a visual form and require several skills for either interpretation and/or production. There are some specific features of images considered to be scientific that contribute to the informative character of those and that can be identified also among illustrations produced by scholar aged students in inquiry activities. Using an adaptation of a scaling and category-based punctuation tool, five microscopy records of an inquiry approach, applied in 7<sup>th</sup> grade, were analyzed, revealing an interesting variation of some features, which can help in the understanding of students' inquiry processes.

**Key words:** scientific literacy, scientific language, drawings

## **Introdução:**

A linguagem científica detém uma complexidade própria, que inclui além de palavras faladas e escritas variados tipos de signos, como as imagens, cuja importância histórica no processo de construção de conhecimento é notável. Através de imagens se faz possível produzir registros de observações, permitindo maior profundidade em investigações ou explicitação de resultados e conceitos, como visto em obras de importância inquestionável na história da ciência. Além de ser uma útil ferramenta na construção de novos conhecimentos científicos, as imagens também são fortes aliadas na apresentação de informações a leitores de diversos níveis, assim estão presentes em uma grande diversidade de materiais didáticos e de divulgação científica.

Existe uma pluralidade de tipos de imagens científicas - tabelas, gráficos, esquemas, fotografias, vídeos e ilustrações - cada um deles dotados de propriedades específicas adequadas a diferentes situações, mas igualmente capazes de conter e comunicar informações complexas de forma visual e desencadear processos cognitivos de construção de representações e conhecimento (Llombart e Catalán, 2015). Da mesma forma que uma fotografia pode apresentar com exatidão a forma de um novo objeto de estudo a um leitor, um esquema consegue apresentar um processo complexo em pouco espaço de forma simplificada. Portanto as imagens não são apenas complementos de ideias ou textos, mas sim podem ser uma escolha interessante de apresentar as ideias em si.

Dada a importância da imagem em contexto de construção de conhecimento, a produção das imagens em si é uma prática tipicamente científica, que envolve a capacidade de observar, sintetizar e organizar informações. Diversos estudos ressaltam o papel que a produção de imagens ocupa no desenvolvimento de habilidades relacionadas ao conhecimento científico em contexto escolar, através de diversos processos cognitivos e socioculturais (Wu e Rau, 2019), e na melhor compreensão de textos e conceitos científicos (Leopold e Leutner, 2012). Tomando em conta o cenário educativo e a perspectiva de Alfabetização Científica (AC) - o desenvolvimento de raciocínio científico focado na formação de cidadãos por meio de três eixos estruturantes: conceitual, que se refere à compreensão de linguagem e termos científicos; natureza da ciência, referente aos processos pelos quais a ciência é construída, incluindo o contexto histórico; e por fim a relação entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (Sasseron e Carvalho, 2008) -, aplicar as imagens como ferramenta para atividades didáticas pode ser uma estratégia bastante eficaz, contribuindo com a formação de representações mentais de estruturas e processos complexos de forma mais simplificada, tanto para apresentar novos conceitos quanto para explorar a Natureza da Ciência, melhorando a motivação e estimulando o desenvolvimento de novas formas de representar em linguagem científica e o raciocínio científico (Ainsworth, Prain e Tyler, 2011). Quando estudantes têm a oportunidade de produzir suas próprias imagens como uma etapa investigativa, estão se apropriando de práticas chave da ciência e, portanto, contemplando os eixos da AC, por meio de observações e registros em ilustrações.

O presente trabalho é um recorte selecionado de análises realizadas na investigação mais ampla e profunda, acerca das características das imagens produzidas por estudantes de diversas faixas etárias - estudantes do 7º ano do ensino fundamental, do 2º ano do ensino médio e do 1º semestre do ensino superior -, feita como Iniciação Científica e que será apresentada na disciplina de conclusão do bacharelado. Tanto no recorte quanto na pesquisa completa as situações o foco principal de análise são relatórios feitos em grupo por alunos em uma atividade inserida em uma sequência de ensino investigativa tomando como base as características específicas das imagens científicas (Muñoz, 2010) - objetividade,

pragmatismo, exatidão, significado unívoco, coerência, normalização/convencionalismo e foco - que se aplicam a ilustrações e utilizando uma ferramenta de análise qualitativa baseada em referenciais de pontuação (Sandoval, Kawasaki e Clark, 2020). O recorte selecionado corresponde à análise de três das sete características mencionadas acima em uma parcela dos relatórios produzidos por turmas do ensino fundamental.

## Metodologia

Os dados utilizados na presente análise são provenientes da aplicação da sequência didática intitulada “O mundo microscópico” (Del-Corso, p.103-110, 2019), que propõe replicações de práticas realizadas por Robert Hooke. Dentre as atividades realizadas pelos alunos e alunas, a observação de pulgas em microscópios ópticos nos dois menores aumentos (definido pela comanda da atividade) – que variavam dentre os aparelhos disponíveis para as turmas – constituiu uma das etapas da investigação a respeito do motivo de pulgas serem capazes de saltar mais alto do que outros animais, como a formiga (também observada ao microscópio), que é usada em comparação. Os alunos e alunas, em grupos, fazem registros em um relatório onde além de descrever por escrito suas observações, também desenhavam os animais observados em diferentes aumentos. Os campos onde são feitos os desenhos são pré-determinados e abaixo de cada um dos quatro campos de desenho há uma legenda onde deve ser identificado o aumento correspondente a cada registro.

A atividade aplicada em grupos de três turmas do sétimo ano do ensino fundamental gerou 37 relatórios digitalizados, dos quais cinco, selecionados aleatoriamente, foram utilizados para a análise específica de três características da imagem científica, de forma a explorar mais profundamente os aspectos relacionados a essas características. Foram considerados relatórios válidos aqueles com os desenhos completamente legíveis através da digitalização e todos os campos preenchidos (relatórios completos). Apenas os desenhos e as respectivas descrições foram incluídos na análise, excluindo outros itens dos relatórios, como a introdução da investigação e a elaboração de hipóteses, de forma que o caráter informativo dos desenhos e das descrições em texto se destacasse.

Das características descritas da imagem científica, três delas, consideradas complementares entre si, foram incluídas nesta análise:

- a) Foco, que se refere à expressão da perspectiva dos estudantes no desenho, portanto se há destaque do foco da investigação, de alguma maneira. Na observação da morfologia externa de um organismo, as características externas visíveis devem ser representadas de acordo com o que os estudantes tomaram como foco da observação, o que pode ser feito por meio de técnicas, recursos gráficos ou até mesmo na escolha de representar determinada parte do corpo de forma isolada;
- b) Significado unívoco, que é a propriedade de as características representadas possuírem apenas uma interpretação, ou seja, não haver ambiguidade (causada pela confecção da ilustração) quanto à morfologia do animal. Pode ser notado quando os diferentes animais são distinguíveis entre si; as partes do corpo são claramente diferenciáveis umas das outras, as pernas são separadas, as articulações são marcadas, os apêndices são diferenciáveis entre si; as texturas representadas permitem diferenciar elementos (ex: olhos de manchas, pelos de apêndices, etc.);

- c) Normalização/convencionalismo, assinalado pelo uso de técnicas e recursos gráficos semelhantes para representar aspectos semelhantes, como setas, legendas, esquemas, analogias ou texturas, tipos de traçado e técnicas, usados de forma a contribuir para o entendimento do desenho e de forma coerente entre os desenhos de um mesmo relatório.

A combinação dessas três características, complementares entre si, possui um grande peso em simplificar e esclarecer elementos morfológicos, aspecto principal da observação da atividade em questão e o foco da investigação conduzida pelos alunos e alunas.

Tomando como base a ferramenta de análise qualitativa de Sandóval, Kawasaki e Clark (2020) e fazendo algumas adaptações ao caráter dos dados foram estabelecidas categorias de análise, cada característica constituindo uma categoria e possuindo 3 níveis de proximidade com o ideal de uma imagem científica. Ressaltando que as categorias possuem números diferentes de evidências, a pontuação de cada categoria foi designada conforme a somatória de suas respectivas evidências, ou seja, sendo a somatória de evidências negativa, a pontuação é -1; quando neutra a pontuação é igual a 0 e quando positiva, a pontuação é igual a 1 -, como indicado na tabela 1, e a pontuação total corresponde à somatória das pontuações das categorias. Cada relatório foi analisado segundo as três características e atingiu uma determinada pontuação - que pode variar entre -3 e 3.

O exercício consistiu em observar e desenhar a pulga e a formiga, ambas em dois diferentes aumentos (os dois menores dos diferentes microscópios disponíveis ao uso dos alunos e alunas), totalizando quatro campos de desenhos e descrever os dois animais em texto, portanto a análise de cada característica corresponde ao conjunto de desenhos, de forma que a pontuação marcada se refere à maioria de ocorrências no conjunto (uma evidência que ocorreu em apenas um dos desenhos não foi considerada suficiente para assinalar sua respectiva pontuação, assim foram consideradas as evidências que apareciam em pelo menos dois dos desenhos do agrupamento) ou ao conjunto de descrições em texto (da mesma forma, a pontuação levou em conta a ocorrência de evidências em pelo menos uma das descrições) e em caso de empate entre evidências de diferentes pontuações, a menor foi descartada. Os relatórios com as pontuações mais altas são aqueles que possuem as ilustrações com mais características de imagens científicas e, portanto, as ilustrações mais informativas tanto da perspectiva epistêmica quanto da conceitual.

**Tabela 1:** Descritores das evidências de cada categoria.

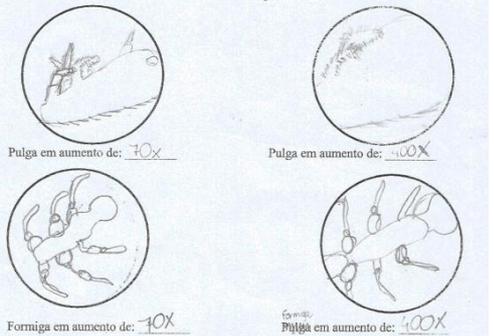
Categoria	Evidência	Descritores e Pontuação		
		-1	0	1
Foco	A	Percebe-se uma tentativa de destaque de alguma característica conforme o descrito em texto, mas a execução (técnicas e recursos) é prejudicial à visualização e ao	Não há nenhum destaque perceptível, mas as características morfológicas principais estão presentes (no caso da comanda, as pernas são o mais importante; se houver menção à apêndices e outras	Os autores dos desenhos deliberadamente destacam alguns elementos morfológicos por meio de técnicas e recursos que facilitam a identificação e o entendimento (por

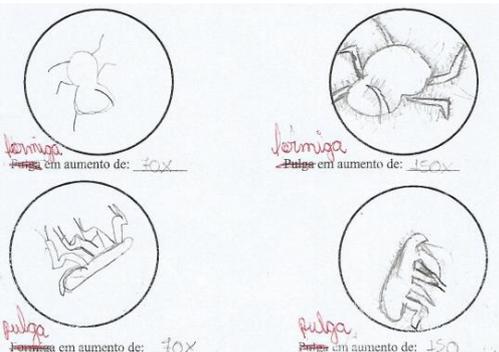
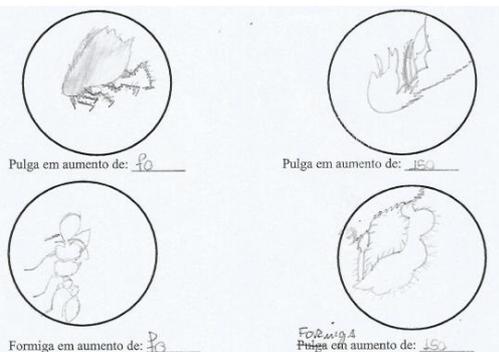
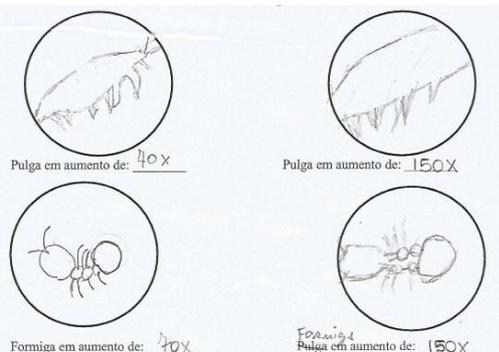
		entendimento	características, elas devem estar contidas no desenho)	meio de texturas, decalque do traço, proporções, recursos gráficos esquemáticos, etc.)
Significado unívoco	A	Não é possível distinguir a pulga da formiga	Mesmo que falte exatidão, é possível perceber que existem animais diferentes representados entre um desenho e outro.	Distinção clara entre os animais
	B	O número e/ou tipo de segmentos/apêndices/pernas não está claro no desenho	É possível distinguir as partes do corpo, mesmo que falte numericamente a representação dos elementos (ex: desenhou menos pernas, não separou os segmentos do corpo, mas a forma remete à mesma)	Distinção clara entre as partes do corpo
	C	As texturas ou traçados dificultam a distinção de partes do corpo do animal	Não apresenta texturização de elementos.	O traçado e as texturas contribuem para a diferenciação entre os elementos da morfologia do animal
Normalização e convencionalismo	A	A falta de legendas ou legendas conflitantes prejudica o entendimento (ex: usa legenda, mas não fica claro a que se refere)	Não há legendas, mas não prejudica o entendimento ou as legendas não modificam o entendimento.	Há legendas claras e que auxiliam o entendimento dos desenhos
	B	O uso de setas, linhas ou recursos esquemáticos prejudica o entendimento ou são conflitantes entre si (ex: usa setas partindo de elementos diferentes com a mesma definição)	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.

## Resultados

Dado que o foco da análise é em relação ao processo de observação e representação do objeto de estudo, erros conceituais têm pouca importância (por exemplo, número incorreto de pernas), enquanto a coerência entre a descrição em texto e os desenhos assume o papel principal. Através das respostas escritas as intenções de representação dos alunos e alunas se tornam mais conspícuas e são refletidas nos desenhos (Tabela 2).

**Tabela 2:** Imagens e transcrições dos relatórios analisados

Relatório	Desenhos	Descrição
1	 <p>70x; 400x; 70x; 400x</p>	<p>5.2 Descrição dos insetos vistos ao microscópio</p> <p>Pulga: <i>As patas parecem ter pequenos "quadrádivhos". Possui 4 patas e tem algo parecido com um rabo bem pequeno (quase nada).</i></p> <p>Formiga: <i>É preta e parece ser constituída por "bolinhas". Tem 6 patas.</i></p> <p>Pulga: As patas parecem ter pequenos "quadrádivhos". Possui 4 patas articuladas e tem algo parecido com um rabo bem pequeno (quase nada).</p> <p>Formiga: É preta e parece ser constituída por "bolinhas". Tem 6 patas.</p>
2	 <p>70x; 150x; 70x; 150x</p>	<p>5.2 Descrição dos insetos vistos ao microscópio</p> <p>Pulga: <i>A pulga tem 6 patas peludas, um corpo arredondado. No aumento de 150x consegue ver os olhos e muitos pelos.</i></p> <p>Formiga: <i>A formiga tem um corpo cumprido e 6 patas. No aumento de 150x consegue ver que seu corpo tem alguns pelos e na ponta de suas patas tem muitos pelos.</i></p> <p>A pulga tem 6 patas peludas, um corpo arredondado. No aumento de 150X consegue ver os olhos e muitos pelos</p> <p>Formiga: A formiga tem um corpo <i>cumprido</i> e 6 patas. No aumento 150X consegue ver que seu corpo tem alguns pelos e na ponta de suas patas tem muitos pelos.</p>

<p>3</p>	 <p>70x; 150x; 70x; 150x. Observação: os campos da pulga e da formiga foram invertidos, mas devidamente sinalizados.</p>	<p>5.2 Descrição dos insetos vistos ao microscópio</p> <p>Pulga: <i>a pulga tem quatro longas pernas, tem corpo comprido e arredondado, tem pelos pelo corpo toda e patas pontudas</i></p> <p>Formiga: <i>a formiga tem seis pernas proporcionais ao corpo, corpo arredondado e curto e tem pelos no corpo todo.</i></p> <p>Pulga: A pulga tem quatro longas pernas, tem corpo comprido e arredondado, tem pelos pelo corpo todo e patas pontudas.</p> <p>Formiga: A formiga tem seis pernas proporcionais ao corpo, corpo arredondado e curto e tem pelos no corpo todo.</p>
<p>4</p>	 <p>70x; 70x; 150x; 150x.</p>	<p>5.2 Descrição dos insetos vistos ao microscópio</p> <p>Pulga: <i>aparenta ter mandíbulas, mesma estrutura que ela pica; tem várias pernas; tem um corpo que aparenta ser aerodinâmico.</i></p> <p>Formiga: <i>tem várias pernas; tem uma mandíbula que aparenta ser forte; tem um corpo que aparenta ser musculoso.</i></p> <p>Pulga: Aparenta ter mandíbulas, mesmo sabendo que ela pica; Tem várias pernas; Tem um corpo que aparenta ser aerodinâmico.</p> <p>Formiga: Tem várias pernas; Tem uma mandíbula que aparenta ser forte; Tem um corpo que aparenta ser musculoso.</p>
<p>5</p>	 <p>40x; 150x; 70x; 150x.</p>	<p>5.2 Descrição dos insetos vistos ao microscópio</p> <p>Pulga: <i>Ela tem seis patas, ela é marrom mais clara, ela tem duas antenas e um pouco de pelos espalhados pelo corpo, e além de ter as patas traseiras maiores.</i></p> <p>Formiga: <i>Ela tem oito patas, ela é marrom escura, ela tem um pouco de pelos, duas antenas, e pequenas bolinhas nas pernas.</i></p> <p>Pulga: Ela tem seis patas, ela é marrom mais clara, ela tem duas antenas e um pouco de pelos espalhados pelo corpo, e além de ter as patas traseiras maiores.</p> <p>Formiga: Ela tem oito patas, ela é marrom escuro, ela tem um pouco de pelos, duas</p>

		antenas, e pequenas bolinhas nas pernas.
--	--	--

Dos relatórios analisados, o mais ilustrativo das categorias “foco” e “significado unívoco” foi o relatório 2, que destaca mais visivelmente as pernas, tanto pelo traçado e detalhamento no desenho quanto pela ênfase dada no texto. Ainda sobre a segunda categoria - “significado unívoco” - no relatório 3 a falta de especificidade fica mais evidente - em ambos, desenho e texto - em comparação aos outros. Sobre a categoria “normalização e convencionalismo” o relatório 1 se destacou dos demais por apresentar esquematização no campo da descrição em texto.

Dos cinco relatórios analisados, dois alcançaram pontuações positivas (três e dois pontos) e outros três apresentaram valores negativos - como detalhado na tabela 3. As pontuações positivas ou negativas não se referem à qualidade estética das produções, apenas se referem à quantidade de evidências de características de imagens científicas presentes em cada conjunto - o que pode refletir também a qualidade informativa das imagens. Apenas um dos relatórios não apresentou nenhuma evidência positiva (nas três categorias), o que significa que mesmo os relatórios que pontuaram negativamente na escala possuem qualidades isoladas de imagens científicas.

Um dos relatórios - o de pontuação mais alta, que apresentou evidências positivas nas três categorias - se destaca pelo uso de esquematização justamente relacionado às pernas e articulações, que são o foco da investigação, demonstrando uma clareza significativa no caminho de observação e uma forte conexão entre as três categorias que compõem a análise. Ambos os relatórios de pontuação positiva se sobressaem nas evidências positivas na categoria de significado unívoco, ou seja, os autores dos desenhos são bastante claros em relação a suas observações e conseguem refletir isso tanto nos desenhos quanto nas descrições em texto, portanto são produções significativamente informativas. Os relatórios de pontuação mais baixa (negativas) têm em comum a presença de evidências negativas na categoria de significado unívoco, ou seja, as informações contidas (tanto nos desenhos quanto nas descrições em texto) são ambíguas e, portanto, não são suficientemente informativos.

### **Considerações finais**

No geral, a categoria que teve menos ocorrências de evidências foi a de normalização/convencionalismo, o que indica que os alunos e alunas, com exceção de um dos grupos, se detiveram nas instruções dadas pela comanda do exercício e não consideraram necessário fazer uso de recursos como esquemas ou legendas para explicitar o raciocínio de forma mais específica ou detalhada. A complementaridade das três categorias transpareceu durante a análise, visto que evidências de uma determinada categoria contribuíram ou prejudicaram a identificação de evidências das demais categorias, indicando possibilidade de futuras análises acerca da correlação entre pares de categorias (características das imagens científicas).

A adaptação da ferramenta de categorização e escalas de Sandoval, Kawasaki e Clark (2020) a um tipo diferente de material e conjunto de dados se mostrou de grande valia na análise de características consideravelmente subjetivas, de maneira suficientemente pragmática.

Aprofundar a avaliação de ilustrações provenientes de observação nos ajuda a vislumbrar o caminho da investigação percorrido pelos alunos e alunas e, portanto, verificar pontos-chave no processo de construção de conhecimento e raciocínio científico apresentados pelos estudantes que conduzem uma investigação em ambiente escolar. Essa compreensão pode

auxiliar na escolha e nos ajustes de estratégias didáticas que favorecem a autonomia dos estudantes, sobretudo em atividades investigativas nas quais o protagonismo envolve práticas e processos característicos que aproximam os alunos da Natureza da Ciência.

**Tabela 3:** Pontuações dos relatórios analisados de acordo com cada categoria

Relatórios	Categorias analisadas									Pontuação Total
	Foco		Significado unívoco				Normalização/convencionalismo			
	A	Pontuação categoria	A	B	C	Pontuação categoria	A	B	Pontuação categoria	
Relat. 1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	3
Relat. 2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	2
Relat. 3	-1	-1	0	-1	-1	-1	1	0	1	-1
Relat. 4	0	0	1	-1	-1	-1	-1	0	-1	-2
Relat. 5	0	0	1	-1	-1	-1	0	0	0	-1

## Referências Bibliográficas

DEL-CORSO, Thiago Marinho. **A VISTA DO MEU PONTO: Práticas epistêmicas, Argumentos e Explicações no Contexto de uma Sequência de Ensino por Investigação e História da Ciência.** 2019. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo.

HERNÁNDEZ MUÑOZ, Óscar. **La dimensión comunicativa de la imagen científica: representación gráfica de conceptos en las ciencias de la vida.** 2010. Tese de Doutorado. Universidad Complutense de Madrid, Servicio de Publicaciones.

LEOPOLD, Claudia; LEUTNER, Detlev. Science text comprehension: Drawing, main idea selection, and summarizing as learning strategies. **Learning and Instruction**, v. 22, n. 1, p. 16-26, 2012.

LLOMBART, Víctor Gómez; CATALÁN, Valentín Gavidia. Describir y dibujar en ciencias. La importancia del dibujo en las representaciones mentales del alumnado. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, p. 441-455, 2015. Ainsworth, S., Prain, V., & Tyler, R. (2011). Drawing to learn in science. *Science*, 333, 1096 – 1097.

SANDOVAL, William A.; KAWASAKI, Jarod; CLARK, Heather F. Characterizing Science Classroom Discourse Across Scales. **Research in Science Education**, p. 1-15, 2020.

SASSERON, Lúcia Helena; DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em ensino de ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2016.

WU, Sally PW; RAU, Martina A. How students learn content in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) through drawing activities. **Educational Psychology Review**, v. 31, n. 1, p. 87-120, 2019.