

# ROBERT HOOKE E A PULGA: UM EPISÓDIO HISTÓRICO EM SALA DE AULA COM O USO DE DESENHOS E DESCRIÇÕES COMO PRÁTICAS EPISTÊMICAS

Nathália Helena Azevedo

*Programa Interunidades em Ensino de Ciências – Universidade São Paulo (USP)*

helen.nathalia@usp.br

Thiago Marinho Del Corso, Silvia Luzia Frateschi Trivelato

*Faculdade de Educação – Universidade de São Paulo (USP)*

thiagodelcorso@usp.br, slfrive@usp.br

**RESUMO:** As atividades sociais associadas ao conhecimento envolvem uma série de práticas epistêmicas e algumas estão fortemente associadas às práticas enraizadas da Biologia, como os desenhos e as descrições. A contextualização das aulas de Biologia pode ser feita por meio de casos históricos, que permitem dar sentido a conceitos e atividades, além de contribuir para a criação de ambientes de aprendizagem que promovam práticas epistêmicas. Apresentamos resultados da aplicação de uma atividade elaborada para trabalhar microscopia no ensino médio por meio de replicações de experimentos de Robert Hooke. A análise de desenhos e descrições feitas pelos alunos indica que essa abordagem de ensino é capaz de mobilizar práticas epistêmicas em sala de aula, como o uso da linguagem representacional, analogias e metáforas.

**PALAVRAS CHAVE:** desenho no ensino de ciências, história da ciência, natureza da ciência, práticas epistêmicas.

**OBJETIVOS:** O presente trabalho visa identificar as práticas epistêmicas mobilizadas na elaboração de desenhos e descrições produzidos por alunos como parte de uma atividade focada em história e filosofia da ciência.

## MARCO TEÓRICO

Segundo Kelly (2005), as práticas epistêmicas compreendem os elementos usados por uma determinada comunidade científica para propor, justificar, avaliar e legitimar o conhecimento produzido. São, portanto, as atividades relacionadas à produção, comunicação e avaliação do saber (Jiménez-Aleixandre *et al.*, 2008). Neste contexto, o aprendizado de ciências envolve não apenas conceitos científicos, mas a forma como tais conceitos são construídos e empregados. Reconhecendo que o ensino

de ciências envolve aprender ciências, aprender sobre ciência e fazer ciência (Hodson, 2014), para que haja uma apropriação do conhecimento científico, a mobilização de práticas epistêmicas no contexto escolar é indispensável.

Para Jiménez-Aleixandre e colaboradores (2008), as atividades sociais relacionadas ao conhecimento envolvem uma série de práticas epistêmicas. Das práticas epistêmicas apontadas por esses autores, nota-se que algumas estão fortemente associadas às práticas enraizadas da Biologia. A descrição e o uso de desenhos resultantes de observações de seres vivos, por exemplo, envolvem práticas epistêmicas, tais quais as listadas por Jiménez-Aleixandre e colaboradores (2008), como a utilização de conceitos para interpretar dados e a articulação do conhecimento observacional e conceitual. Outras práticas epistêmicas, como usar linguagem representacional, analogias e metáforas, listadas por Araujo & Mortimer (2009), também são comuns na Biologia. Desta forma, promover ambientes de ensino-aprendizagem em que se estimule tais práticas pode aproximar os alunos dos modos particulares que a Biologia utiliza na produção, comunicação e avaliação do conhecimento.

O desenho pode ser entendido como uma prática epistêmica específica, por permitir um exame crítico ao tornar algo visível (Bovelet, 2010). Conceituar o desenho como uma forma de conhecimento não é algo novo no pensamento científico e filosófico. Bovelet (2010) afirma que Platão considerava o desenho como “uma descrição demonstrativa” e que Sócrates atribuía ao desenho tamanha importância em suas práticas que não admitia substituí-lo por descrições conceituais. Entretanto, é preciso que os desenhos tragam consigo certas informações para que seja possível considerá-los instrumentos na geração e propagação do conhecimento. Na Biologia, muitos naturalistas recorreram às ilustrações, dotadas de cuidado estético, por possibilitarem destacar, integrar e estabelecer relações.

Embora tenham o seu lugar como práticas científicas corriqueiras, em aulas de Biologia a produção de descrições e desenhos pode tornar-se uma atividade mecânica e ausente de sentido quando não há contextualização. O uso da História e da Filosofia da Ciência em sala de aula, feito por meio de casos históricos, tem sido fortemente defendido na literatura (Rudge & Howe, 2009), pois permite não apenas uma melhor contextualização de conceitos e engajamento dos estudantes, mas também a criação de ambientes propícios para discutir aspectos de natureza da ciência e evidenciar conceitos equivocados dos alunos (Allchin, 2014).

## METODOLOGIA

Os dados analisados neste trabalho são originados da aplicação de uma atividade pertencente a uma sequência didática sobre microscopia, elaborada para o ensino médio. A sequência didática, composta por seis aulas, propõe replicações de práticas de Robert Hooke (1635 – 1703) e foi inspirada em seu célebre livro “*Micrographia*” (1665), considerado uma das obras científicas mais importantes de todos os tempos (Gest, 2005).

Em cada aula, os alunos receberam um texto com a comanda da atividade prática do dia. O texto trazia a contextualização histórica da prática que seria realizada, com destaque para características da personalidade de Hooke, seu contexto econômico e sociocultural e características da comunidade científica da época. Ao longo da sequência didática, os textos foram lidos e comentados coletivamente entre a turma e o professor. Além de executarem atividades práticas, ao longo das seis aulas os alunos preencheram uma linha do tempo, com base nas informações abordadas nos textos e destacando os eventos científicos, episódios históricos e pessoais da vida de Hooke.

A atividade analisada aqui fez parte da terceira aula da sequência didática, na qual os alunos tiveram contato com o contexto histórico e científico em que o livro *Micrographia* foi escrito e com detalhes dos conteúdos científicos contidos na obra. As tarefas contidas na comanda da atividade eram:

1. Embora não revele o modo como fez os desenhos, provavelmente Hooke primeiramente fez um esboço do corpo todo do inseto, com baixa resolução, para ter uma ideia clara sobre o conjunto; e produziu a imagem de cada parte da pulga separadamente, juntando depois as diversas partes. (a) Pegue um exemplar de pulga com o professor e coloque delicadamente em uma lâmina côncava. (b) Desenhe detalhadamente o que vê, nos aumentos de 70x e 150x.
2. O livro *Micrographia* trazia, além dos desenhos feitos por Hooke, a descrição das observações. Descreva cuidadosamente a pulga observada ao microscópio.

A amostra usada para obtenção dos dados foi composta por alunos de duas turmas de segundo ano do ensino médio de um colégio público do estado de São Paulo, Brasil. A coleta ocorreu durante aulas de Biologia ministradas entre outubro e novembro de 2016. Os dados são resultantes dos relatórios elaborados em grupo (2 a 4 alunos), que contém desenhos e descrições conforme a comanda descrita anteriormente.

Quanto à análise, os desenhos foram comparados entre si por categorias criadas *a posteriori*. Para avaliar as descrições textuais, aplicou-se a metodologia de Análise de Conteúdo (Bardin, 1977), utilizando-se, portanto, de dados qualitativos para descrever e interpretar respostas. As categorias de análise foram elaboradas *a priori* a partir da descrição de uma pulga sob o microscópio feita por Hooke (Quadro 1).

Quadro 1.

Categorias de análise estabelecidas a partir da descrição de uma pulga feita por Hooke.

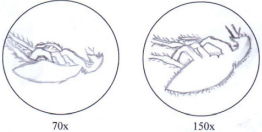


Trecho da descrição (Hooke, 1665, pp. 210-211)	Categorias resultantes de análise
<p><i>“Mas, em relação à sua beleza, o microscópio mostra que ela é toda adornada com uma veste curiosamente polida de couraça negra perfeitamente articulada, cercada por multidões de pinos afiados, quase com a mesma forma dos espinhos de um porco-espinho, punhais cônicos de aço; a cabeça é adornada de cada lado por um olho negro redondo e vívido (...); na parte da frente da cabeça, entre as duas patas anteriores, ela tem duas longas pequenas presas, ou melhor, cbeiradores, que têm quatro juntas, e são peludas, como as de várias outras criaturas; entre elas, tem uma pequena tromba, ou bastão, que parece consistir em um tubo e uma língua ou sugador, que percebi ser deslizado para dentro e para fora. Dos seus lados, tem também duas lâminas ou mordedores que são um pouco semelhantes aos de uma formiga (...). Há muitas outras particularidades que, sendo mais óbvias, e não proporcionando muita informação, eu deixarei de lado, indicando ao leitor a figura.”</i></p>	uso de linguagem poética
	referência direta ao microscópio
	descriptor de textura
	descriptor de coloração
	descriptor de forma
	descrição de posição relativa de estruturas
	uso de analogia
	atribuição de função
	uso de comparação
uso de linguagem científica	

## RESULTADOS

A análise dos desenhos resultou em três categorias, que expressam diferenças entre as representações em cada um dos aumentos (Quadro 2). Dos desenhos presentes nos 14 relatórios entregues, identificou-se que 11 tentaram passar a noção de aproximação ao representar a pulga nos aumentos; oito indicaram uma relação entre os aumentos e seis preocuparam-se com o detalhamento nos dois aumentos. Seis grupos representaram a pulga com uma aparente desconexão entre os aumentos.

Quadro 2.

Características presentes na comparação dos desenhos conforme o aumento do microscópio.

Característica	Noção de aproximação	Noção de detalhamento	Aparente desconexão entre os desenhos
Exemplo			

Os desenhos permitiram ter acesso a elementos distintos daqueles presentes nos textos. Foi possível identificar elementos já constituídos como conhecimento e que se adicionam às observações feitas nas descrições. A aparente desconexão entre os aumentos, exibida em alguns desenhos, nos convida à reflexão, pois tal resultado corrobora a ideia de que as observações podem vir impregnadas de conhecimento. Esse é um tema epistemológico amplo e alguns autores (e.g. Praia *et al.*, 2002) referem-se a ele como “o mito de uma observação neutra e despida de preconceções” (p. 135).

A análise das descrições mostrou uma preocupação dos alunos em fazer considerações sobre a precisão do microscópio nos diferentes aumentos, o que surpreendeu, dado que esta não era uma comando presente na atividade. Ponderações como esta surgem quando os alunos estão de fato fazendo as observações e manipulando o material observado.

A análise focada nas categorias permitiu quantificar a frequência em que cada uma apareceu nas descrições (Fig.1). Observa-se que o uso de analogia só esteve ausente em um relatório. Tal dado é significativo, pois a analogia é fundamental não apenas no aprendizado de ciências (James & Scharmann, 2007), mas na construção do conhecimento científico. Ela é frequentemente utilizada em descrições científicas, desempenhando um papel de guia para investigações e sendo indispensável em várias etapas da construção do conhecimento, por permitir esclarecer o desconhecido (Brown & Salter, 2010). Menos frequente que a analogia, mas com função textual semelhante na expressão de ideias, está a comparação. Os alunos que utilizaram desse artifício elencaram semelhanças da pulga com barata, piolho e borboleta.

A descrição da posição relativa de estruturas e a atribuição de função, tomadas em conjunto, também foram frequentes. Esta é uma característica usual da linguagem científica biológica e a apropriação do aluno deste traço é significativa. Poucos grupos fizeram referência direta ao microscópio (apenas três, Fig. 1), o que surpreendeu, dado que tanto a comanda da atividade quanto a aula anterior, abordaram fatos e práticas relacionados ao desenvolvimento do microscópio.

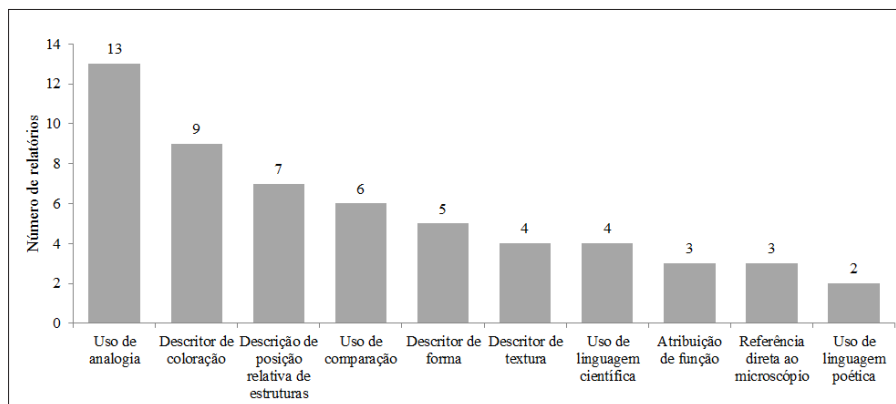


Fig. 1. Ocorrência de elementos descritivos empregados pelos alunos, conforme categorias de análise criadas à partir da descrição de Hooke (1665).

Os alunos só tiveram acesso à imagem e à descrição da pulga elaboradas por Hooke após a atividade. Não apenas porque era desejado que fossem autênticos em suas respostas (em comparação com o trabalho de Hooke), mas, sobretudo, para que os registros fossem diferentes entre si. No geral, houve uma preocupação tanto nos desenhos quanto nas descrições, em fazer referência à quantidade de pernas (Fig. 2), seja apresentando o número exato que conseguiam visualizar ao microscópio, seja fazendo referências mais genéricas (“muitas pernas”). O número e a presença de segmentos corporais também foi uma preocupação e, em geral, era o momento em que os alunos descreviam a posição relativa de estruturas corporais, conforme o exemplo:

“A pulga aparenta ter duas partes no corpo, o tronco e o abdômen (juntos como uma estrutura), ela tem 5 pernas com algumas divisões, pelos grandes (para o tamanho da pulga), duas pernas pequenas na frente, uma mediana no meio do corpo e duas atrás, estas que provavelmente são usadas para pular. Não existe definição de cor devido ao brilho, mas aparenta ter uma cor bege um pouco mais escuro. Não existe uma definição do tamanho devido ao zoom. Aparenta ter pequenas presas, talvez múltiplas, para morder e prender-se nos animais que se fixa.”



Fig. 2. À esquerda o desenho de uma pulga feito por Hooke (1665) e, à direita alguns dos desenhos feitos pelos estudantes.

## CONCLUSÃO

Foi possível identificar que os alunos mobilizaram práticas epistêmicas relacionadas à produção e comunicação do conhecimento por meio de uma abordagem focada em história e filosofia da ciência. Nos desenhos e textos, os alunos mobilizaram práticas epistêmicas como o uso da descrição, da linguagem representacional e de analogias e metáforas. Em nossos dados, possivelmente os alunos incluíram conhecimentos prévios em suas representações, como é comum também na prática científica. O desenho pode desempenhar uma função essencial para manipular formas visuais e exercer a criatividade, essa última em geral esquecida como aspecto fundamental da ciência. Os resultados apontam que casos históricos permitem mobilizar práticas epistêmicas, ao possibilitar contextualizar conceitos, engajar os alunos e criar ambientes propícios para discutir natureza da ciência.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLCHIN, D., ANDERSEN, H., & NIELSEN, K. (2014). Complementary approaches to teaching nature of science: Integrating inquiry, historical cases and contemporary cases in classroom practice. *Science Education*, 98(3), 461-486.

- ARAÚJO, A. O., & MORTIMER, E. F. (2009). As práticas epistêmicas e suas relações com os tipos de texto que circulam em aulas práticas de química. In: *VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Florianópolis.
- BARDIN L. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70; 1977
- BOVELET, J. (2010). Drawing as Epistemic Practice in Architectural Design. *Footprint*, 4(7), 75-84.
- BROWN, S., & SALTER, S. (2010). Analogies in science and science teaching. *Advances in Psychological Education*, 34(1), 167-169.
- GEST, H. (2005). The remarkable vision of Robert Hooke (1635-1703): first observer of the microbial world. *Perspectives in Biology and Medicine*, 48 (2), 266-272.
- HODSON, D. (2014). Learning science, learning about science, doing science: Different goals demand different learning methods. *International Journal of Science Education*, 36(15), 2534-2553.
- HOOKE, R. *Micrographia: or some physiological descriptions of minute bodies made by magnifying glasses with observations and inquiries thereupon*. London: J. Martyn and J. Allestry, 1665.
- JAMES, M.C., & SCHARMANN, L.C. (2007). Using analogies to improve the teaching performance of pre-service teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(4): 565-585.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P., MORTIMER, E. F., SILVA, A. C. T., & DÍAZ, J. (2008). Epistemic Practices: an analytical framework for science classrooms. Paper presented to *AERA*, New York City.
- KELLY, G. J. (2005). Inquiry, Activity, and Epistemic Practice. Paper presented to *Inquiry Conference on Developing a Consensus Research Agenda*. New Brunswick, NJ.
- PRAIA, J. F., CACHAPUZ, A. F. C., & GIL-PÉREZ, D. (2002). Problema, teoria e observação em ciência: para uma reorientação epistemológica da educação em ciência. *Ciência & Educação* (Bauru), 8(1), 127-145.
- RUDGE, D. W., & HOWE, E. M. (2009). An explicit and reflective approach to the use of history to promote understanding of the nature of science. *Science & Education*, 18, 561-580.