

Práticas de inscrição literária promovidas por uma atividade de ensino baseada em investigação sobre crescimento populacional

Literary inscription practices promoted by an inquiry-based learning activity on population growth

Maíra Batistoni e Silva

Faculdade de Educação - Universidade de São Paulo (FEUSP)
mbatistoni@usp.br

Silvia Luzia F. Trivelato

Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (FEUSP)
slfrive@usp.br

Resumo

Este trabalho apresenta uma análise da produção de inscrições literárias em relatórios científicos produzidos por alunos. Para tanto, aplicamos uma atividade de investigação sobre dinâmica populacional em duas salas de aula com 30 alunos do 1º ano do Ensino Médio numa escola pública de São Paulo. Analisamos os relatórios produzidos pelos alunos após a investigação buscando entender como estes se apropriaram de práticas epistêmicas da cultura científica relacionadas à produção de inscrições literárias. Os resultados estão de acordo com a proposição de que as atividades de ensino baseadas em investigação favorecem o engajamento em práticas epistêmicas da cultura científica, especialmente aquelas relacionadas à produção e comunicação do conhecimento.

Palavras chave: ensino por investigação, inscrição literária, práticas epistêmicas.

Abstract

This study presents an analysis of literary inscriptions in scientific reports developed by students. With this purpose, we applied an inquiry activity about population dynamics in two classrooms with 30 students with ages between 14 and 15 years old in a public school of São Paulo. We analyze the reports produced by the students after research to understand how they appropriated epistemic practices of scientific culture related to the production of literary inscriptions. The results are consistent with the proposition that inquiry-based activities favoring engagement in epistemic practices of scientific culture, especially those related to production and communication of knowledge.

Key words: inquiry-based learning, literary inscriptions, epistemic practices.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos aumentou o número de pesquisas que abordam aspectos epistemológicos no Ensino de Ciências, destacando a ideia de que este não deve se preocupar somente com a aquisição de conceitos, mas também deve possibilitar que os alunos conheçam e se apropriem das práticas sociais da comunidade científica. Tais práticas, denominadas práticas epistêmicas, dizem respeito às formas como os membros da comunidade propõem, justificam, avaliam e legitimam o conhecimento científico (KELLY, 2008). Para Kuhn (2013), estas práticas da comunidade científica são sustentadas pelo compartilhamento de regras e linguagem que lhe são próprias.

Um estudo dos linguistas Halliday & Martin (1993) demonstra que a linguagem científica apresenta características próprias que a distingue da linguagem cotidiana. Para estes autores, o discurso científico busca organizar os fenômenos por meio de classificações e de apresentação de relatórios, que constituem um gênero de discurso marcado pelo uso de diagramas, esquemas, gráficos e ilustrações.

Desta forma, diferentes autores, como Norris & Phillips (2003) defendem que, para que os alunos conheçam e se apropriem das práticas sociais da comunidade científica, é preciso ensiná-los a compreender sua linguagem o que significa compreender sua estrutura sintática e discursiva, o significado de seu vocabulário, interpretar suas fórmulas, esquemas, gráficos, diagramas, tabelas etc.

Wertsch (1998) cunhou o termo ferramentas culturais para referir-se a quaisquer elementos mediadores disponíveis para a ação dos indivíduos numa determinada cultura, abrangendo tanto os instrumentos, quanto os sistemas de sinais. Podemos destacar, dentre várias ferramentas culturais da ciência, a linguagem argumentativa e as inscrições literárias.

A linguagem argumentativa é compreendida como a capacidade de relacionar dados e conclusões, avaliando enunciados teóricos, previsões, modelos explicativos ou mesmo conclusões pessoais à luz de dados empíricos ou procedentes de outras fontes (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE & BUSTAMANTE, 2003). Os cientistas caminham da observação dos dados empíricos à formulação e testes de hipóteses e, após essa fase, utilizam os resultados obtidos para chegar à determinada conclusão. Porém os conhecimentos produzidos só são validados quando concretizados como gênero textual e analisados de forma crítica pelos sujeitos que compartilham a mesma cultura, e todo esse processo se baseia na linguagem argumentativa (DRIVER et al., 2000).

Como os fenômenos e objetos investigados compõem os argumentos, estes precisam ser formalizados para integrarem os textos científicos. O termo inscrição literária foi adotado por Latour & Woolgar (1997) para designar os traços, pontos, gráficos, mapas, espectros, histogramas, fotografias ou números produzidos para formalizar os objetos de estudo da Ciência. Como formalizam os fenômenos literariamente, as inscrições são ferramentas culturais fundamentais para a construção da linguagem científica, pois são utilizadas como evidências para as conclusões e, portanto, constituem-se como matéria prima para a elaboração de argumentos (BOWEN et al., 1999).

Diferentes pesquisas sobre o uso de inscrições literárias apontam para a necessidade de se criar um ambiente de aprendizagem no qual a formalização dos fenômenos seja uma prática social, assim como no campo científico, e indicam a investigação como a forma mais adequada para desenvolver as habilidades relacionadas a este processo (WU & KRAJCIK, 2006; PRAIN & TYLER, 2012; ROTH, 2013).

Nesse contexto, nosso trabalho tem como objetivo analisar as inscrições literárias produzidas

por alunos ao longo de uma sequência de ensino baseada em investigação, durante a qual os estudantes realizaram observação de um fenômeno biológico, coleta de dados, análise dos resultados e produziram um relatório científico, a fim de compreender como a sequência didática em questão pode favorecer o engajamento em práticas científicas de inscrição.

METODOLOGIA

A sequência de ensino analisada neste trabalho abordou o tema crescimento populacional e foi desenvolvida em duas classes do 1º ano do Ensino Médio com 30 alunos cada numa escola pública de São Paulo.

Organizados em trios ou quartetos, os alunos investigaram como uma população de *Lemna sp.* (diminuta planta aquática com alta capacidade de propagação vegetativa) se comporta após colonizar um novo ambiente e, ao final, comunicaram suas conclusões através de um relatório científico com os itens: pergunta, metodologia, resultados e interpretação que foi entregue à professora.

Para a produção do relatório científico, os alunos receberam a orientação para, no item “Resultados”, descrever os resultados encontrados na forma que o grupo achasse mais representativo daquilo que fora observado (desenhos, fotos, tabelas, gráficos, símbolos, etc.). O tipo e a quantidade de inscrições utilizadas dependeram somente das negociações entre os integrantes de cada grupo. As mediações da professora aconteceram para auxiliá-los na construção e interpretação das inscrições escolhidas.

RESULTADOS E INTERPRETAÇÃO

Nos 17 relatórios analisados os alunos utilizaram algum tipo de inscrição literária. A síntese referente ao número e tipos de inscrições utilizados encontra-se na Tabela 1.

A proximidade entre o fenômeno original e as várias inscrições (foto, desenho, símbolo, tabela e gráfico) é diferente (ROTH & POZZER-ARDENGHI, 2013). Considerando o fenômeno investigado pelos alunos, a fotografia traz ao leitor muitas semelhanças com o objeto de estudo, mas também traz detalhes daquele objeto específico (o ambiente em que ele se encontra, p.e.) que podem desviar a interpretação. Já o desenho apresenta apenas as características que a maior parte das populações possui e que foram selecionadas para focar a atenção do leitor e, portanto, pode representar ou generalizar a população. Na tabela há um foco ainda maior para as características de interesse do pesquisador, no caso, número de indivíduos em função do tempo, mas o leitor não tem mais acesso às características dos indivíduos que compõem a população, tais como cor, tamanho e localização no ambiente. Por fim, o gráfico permite ao leitor a visualização do comportamento da população ao longo do tempo, mas com as escalas que foram utilizadas pelos alunos não permite ao leitor acessar o número de indivíduos num determinado momento.

Dos 17 relatórios analisados, 16 apresentaram pelo menos um gráfico, indicando que os alunos realizaram um *continuum* de transformações das inscrições produzidas entre o mundo natural e a linguagem verbal: mundo natural > foto > tabela > gráfico > linguagem verbal. De acordo com Roth & Pozzer-Ardenghi (2013), este *continuum* parte de uma situação menos abstrata e rica em detalhes, para uma representação muito abstrata e com menos detalhes. A seguir discutiremos como se deu o uso de fotos, tabelas e gráficos pelos alunos nos relatórios analisados.

Número de relatórios	Inscrições literárias utilizadas				
	Foto	Desenho	Símbolos	Tabela	Gráfico
	8	1	2	8	16

Tabela 1 – Inscrições literárias utilizadas pelos alunos e número de relatórios nos quais elas foram utilizadas.

Fotos

As fotografias foram utilizadas quando os alunos faziam referência à cor e tamanho dos indivíduos ou à ocupação do espaço (se os indivíduos estavam aglomerados ou dispersos pelo recipiente). Como fotos são inscrições muito próximas ao fenômeno em si, a maioria dos alunos não fez distinção entre o registro fotográfico e o objeto ao qual se referia, como no exemplo a seguir:

“As fotos nos mostram o crescimento da população. No último dia notamos a população mais verdinha, gordinha e uma maior quantidade de indivíduos, o que demonstra saúde.”
(Relatório 12)

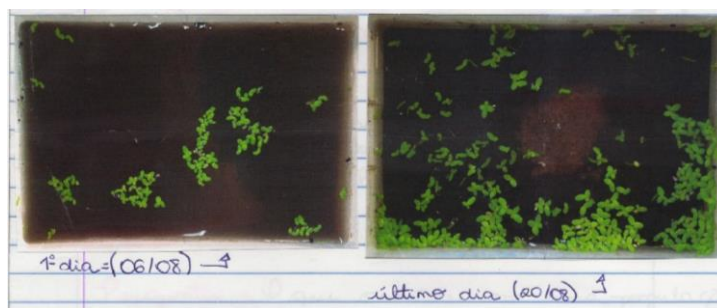


Figura 1 – Foto da população de Lemnas em dois momentos ao longo da investigação publicadas no relatório 12.

Este tipo de citação em que o aluno não distingue a inscrição do fenômeno descrito e interpretado por eles, pode demonstrar que eles acreditam que a imagem “fala por si” e que a inscrição citada possui as características do fenômeno observado, podendo dar indícios da emergência de uma importante propriedade da inscrição na cultura científica: substituir o fenômeno (LATOUR & WOOLGAR, 1997).

Tabelas

Dos oito relatórios que utilizaram tabela, sete também construíram gráficos. O uso destas duas inscrições se mostrou redundante em três relatórios, pois os alunos não utilizaram os valores apresentados na tabela na interpretação dos resultados, focando a análise no comportamento da população ao longo do tempo, o que é melhor representado pelos gráficos. Apesar disso, podemos supor que utilizar a tabela foi uma forma de demonstrar como o gráfico foi construído, uma vez que esta inscrição é derivada da transformação de uma tabela. Ou seja, todos os grupos produziram tabelas, mas apenas alguns as publicaram. Nos outros quatro relatórios há evidências de que os alunos souberam utilizar os dados das duas inscrições em situações diferentes: Ao descrever os resultados encontrados, os alunos se remetiam aos valores da tabela para quantificar o número de indivíduos em determinado dia da investigação, já quando se referiam à dinâmica populacional ao longo do tempo, citavam as curvas do gráfico, onde já não existia a precisão numérica, mas a tendência de crescimento, queda ou estabilização é mais clara. Esta distinção de uso é nítida no relatório 13 a seguir:

“Resultados

Foram tiradas 11 fotos nas 2 semanas e obtivemos os seguintes resultados:

06/8 : 122 lemnas	12/8 : 233 lemnas	16/8 : 312 lemnas
07/8 : 159 lemnas	13/8 : 263 lemnas	19/8 : 337 lemnas
08/8 : 187 lemnas	14/8 : 304 lemnas	20/8 : 377 lemnas
09/8 : 223 lemnas	15/8 : 324 lemnas	

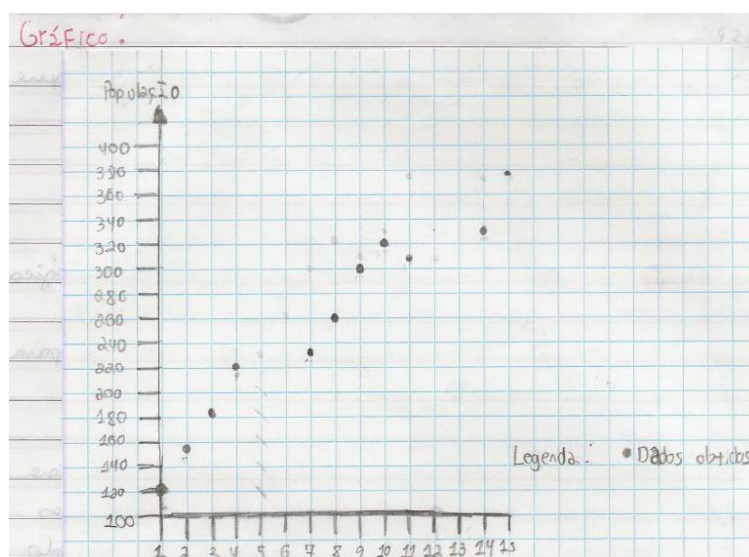


Figura 2 – Tabela e gráfico publicados no relatório 13.

Interpretação

A população de Lemnas no dia 6/08 estava com 122 folhas. No decorrer do trabalho de 15 dias, podemos observar o crescimento constante da população. No começo do dia 1 ao dia 7 do experimento, a população cresceu muito, indo de 263 à 304 folhas, mostrando que sua ocupação no espaço está relacionada aos seus recursos, que nesse caso era abundante. Já nos outros dias, a população cresceu tanto como na primeira semana, reforçando a hipótese de recursos, tanto que nos últimos dias a população variou muito...” (Relatório 13).

No primeiro parágrafo os alunos citam o número de indivíduos da população para provar que esta estava em franco crescimento nos primeiros dias de experimentação. Os valores citados só podiam ser acessados na tabela, dado que a escala gráfica utilizada por eles foi muito pequena. Já no segundo parágrafo, os alunos utilizam o gráfico para mostrar que a hipótese de crescimento associado à disponibilidade de recursos é válida, pois a população continuou crescendo, tanto que seu tamanho variou muito nos últimos dias.

Gráficos

Com exceção de um relatório, todos os demais utilizaram o gráfico para representar o fenômeno estudado. Acreditamos que os gráficos foram priorizados pelos alunos, pois em momentos anteriores a professora priorizou análises de dinâmicas populacionais utilizando este tipo de inscrição e, desta forma, é possível supor que a maior parte dos alunos entendeu

que dinâmica populacional deve ser representada graficamente.

Do conjunto dos gráficos apresentados, destacamos dois procedimentos na transformação de uma tabela em gráfico: a construção da escala temporal e a representação da curva.

Com relação à construção da escala temporal, percebemos que os alunos tiveram que lidar com o seguinte problema: ao longo do tempo de experimento, ocorreram dois finais de semana e, portanto, devido à dinâmica do cotidiano escolar, foram períodos em que os alunos ficaram sem dados do tamanho populacional. Ao construir a tabela, isto não significava um problema, dado que os alunos podiam, simplesmente, não indicar os finais de semana, como fizeram os alunos no relatório 13 descrito acima. Outra possibilidade seria indicar a data ou dia do experimento e deixar a célula correspondente ao tamanho populacional sem dados, como fizeram os autores do relatório 17 exemplificado a seguir. No entanto, ao construir o gráfico, todos os alunos tiveram dificuldades para lidar com esta ausência de dados, o que revela o desconhecimento dos diversos processos de transformação dos dados empíricos até o gráfico.

Com relação à construção da curva, os relatórios apresentam três opções adotadas pelos alunos: 1) não traçar a curva; 2) traçar a curva ligando os pontos; e 3) traçar a reta média entre os pontos.

Para o grupo 13, por exemplo, a visualização de um padrão estava nítida apenas com os pontos plotados no plano cartesiano (Figura 1), para 13 grupos, ligar os pontos em sequência temporal no plano cartesiano foi uma estratégia para evidenciar algum padrão já conhecido, ao passo que para outros dois grupos, a construção de uma reta média foi a melhor alternativa para destacar o padrão dos dados (Figura 2).

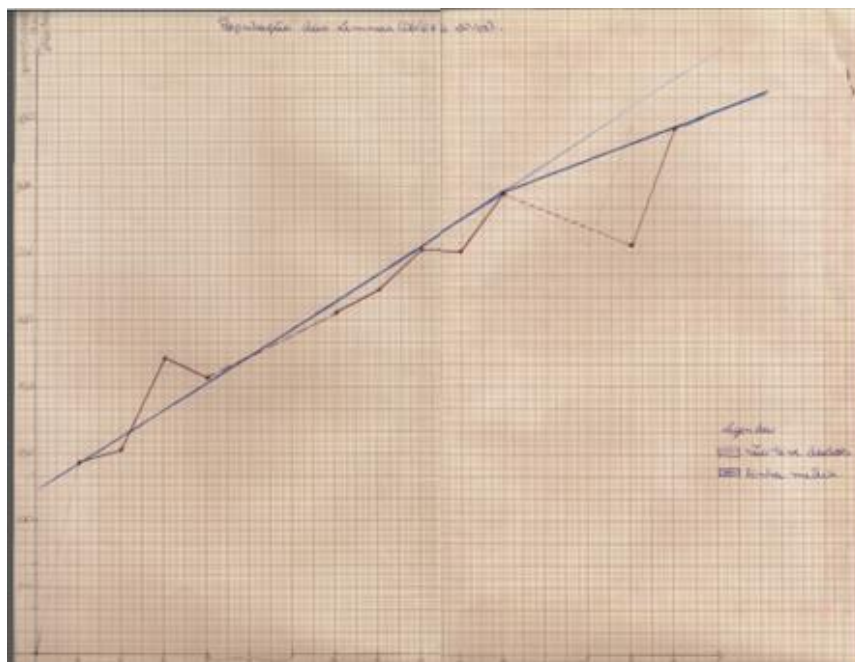


Figura 2 – Gráfico publicado no relatório 9 . Nesta inscrição, os alunos traçam a reta média dos dados plotados no plano cartesiano evidenciando um crescimento populacional com fases semelhantes ao modelo logístico de crescimento.

É importante destacar que na interpretação dos dados os alunos se preocuparam em explicar a tendência representada pela reta média, e não mais pelos valores do tamanho populacional em cada dia de observação, indicando que para esses alunos a inscrição produzida substituiu o

fenômeno investigado empiricamente. Podemos notar isto no trecho a seguir:

“(...) Depois houve uma grande queda, pelo mesmo fato, e teve um crescimento, que a partir da reta (azul) no gráfico, podemos concluir que a população está se estabilizando, por causa da redução de espaço, devido ao crescimento da população.” (Relatório 9)

A conclusão de que a população está se estabilizando, a partir dos dados do gráfico apresentado só é possível quando observamos a reta média. Desta forma, temos aqui outro indício do uso da inscrição tal qual é feito na cultura científica, substituindo o fenômeno (LATOURE & WOOLGAR, 1997).

Roth (2002) realizou um estudo para mostrar como cientistas passam a usar gráficos de tal modo que não mais os distinguem do objeto ao qual estão relacionados. O autor refere-se a este processo como o desaparecimento da ferramenta. À medida que os cientistas participam de processos de transformação do mundo material em dados e representações visuais, estas vão se tornando transparentes ao seu olhar, desaparecendo. Em 2013, este mesmo autor realizou um estudo considerando o processo de materialização de dados (produção de inscrição) uma forma de descontextualização e, desta forma, somente aqueles que conhecem o contexto no qual os dados foram produzidos conseguem realizar o processo inverso, acessar o fenômeno representado pelas inscrições literárias (recontextualização) (ROTH, 2013).

Portanto, é importante destacar que a transparência da ferramenta mediadora, assim como a capacidade de acessar um fenômeno a partir das inscrições, só se torna possível a partir de um longo processo de familiarização entre o sujeito, fenômeno e ferramentas mediadoras. Nesta pesquisa, as inscrições produzidas, assim como a forma utilizada pelos alunos para citá-las e/ou interpretá-las, nos indicam que o processo investigativo favoreceu a familiarização dos estudantes com as inscrições e forneceu repertório para que os alunos pudessem transitar das representações para o fenômeno em si, recontextualizando-as.

CONCLUSÃO

Levando-se em conta a produção de inscrições dos alunos, acreditamos que a atividade de ensino baseada em investigação desenvolvida possibilitou a aprendizagem das práticas sociais envolvidas nas transformações das inscrições, facilitando a compreensão, pelos alunos, das potencialidades e limitações de cada uma delas.

Dessa forma, defendemos que as atividades investigativas nas quais os alunos constroem suas próprias inscrições e utilizam-na de forma autônoma e flexível podem promover um aprendizado científico para além da aprendizagem de conceitos, favorecendo também o engajamento em práticas epistêmicas da cultura científica.

Referências

- BOWEN, G. M.; ROTH, W. M.; MCGINN, M. K. Interpretations of graphs by university biology students and practicing scientists: Toward a social practice view of scientific representation practices. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 36, n. 9, 1999, p. 1020-1043.
- DRIVER, R.; NEWTON, P.; OSBORNE, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **Science Education**, v. 84, n. 3, 2000, p. 287-312.
- HALLIDAY, M. A. K.; MARTIN, J. R. **Writing science: Literacy and discursive power**. London: Falmer Press, 1993. 283p.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; BUSTAMANTE, J. D. Discurso de Aula y Argumentación en la Clase de Ciencias: Cuestiones Teóricas y Metodológicas. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 21, n. 3, 2003, p. 359-370.
- KELLY, G. J. Inquiry, Activity, and Epistemic Practice. In: Duschl, R. A. e Grandy, R. E. (Ed.). **Teaching Scientific Inquiry. Recommendations for Research and Implementation**. Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers, 2008. cap. 8, p.99-117.
- KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. 12ª. São Paulo, SP: Editora Perspectiva, 2013.
- LATOURET, B.; WOOLGAR, S. **A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos**. Rio de Janeiro, RJ: Relume Dumará, 1997, 310p.
- NORRIS, S. P.; PHILLIPS, L. M. How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. **Science Education**, v. 87, n. 2, 2003, p. 224-240.
- PRAIN, V.; TYTLER, R. Learning Through Constructing Representations in Science: A framework of representational construction affordances. **International Journal of Science Education**, v. 34, n. 17, 2012, p. 2751-2773.
- ROTH, W. M. Reading graphs: contributions to an integrative concept of literacy. **Journal of Curriculum Studies**, v. 34, n. 1, 2002, p. 1-24.
- ROTH, W. M. Undoing decontextualization or how scientists come to understand their own data/graphs. **Science Education**, v. 97, n. 1, 2013, p. 80-112.
- ROTH, W. M.; POZZER-ARDENGHI, L. Pictures in Biology Education. In: Treagust, D. F. e Tsui, C. Y. (Ed.). **Multiple Representations in Biological Education, Models and Modeling in Science Education**. New York London: Springer Science Business Media, v.7, 2013. cap. 3, p.39-54.
- WERTSCH, J. V. **Mind as Action**. New York: Oxford University Press, 1998. 216p.
- WU, H. K.; KRAJCIK, J. S. Exploring middle school students' use of inscriptions in project-based science classrooms. **Science Education**, v. 90, n. 5, 2006, p. 852-873.