



---

DOSSIÊ – História das Ciências e seu papel na educação básica  
brasileira

---

O fenômeno da dor e do entorpecimento causado pelos torpedos<sup>1</sup>: história da ciência na Educação de Jovens e Adultos

Gerda Maisa Jensen

Doutora em Ciências (Genética) – Instituto de Biociências - USP  
gemajen@gmail.com

Recebido em 14/06/2017. Aprovado em 10/08/2017.

Como citar este artigo: Jensen, Gerda Maisa. “O fenômeno da dor e entorpecimento causado pelos torpedos: história da ciência na Educação de Jovens e Adultos”. *Khronos, Revista de História da Ciência*, nº4, p. 45-57. 2017. Disponível em <<http://revistas.usp.br/khronos>>. Acesso em dd/mm/aaaa.

**Resumo:** O presente artigo tem como objetivo apresentar e comentar uma intervenção pedagógica desenvolvida em sala de aula de ciências, na etapa inicial do segmento Fundamental II do Ensino Básico, na modalidade Educação de Jovens e Adultos (EJA) de uma escola pública do município de São Paulo, Brasil. A intervenção pedagógica foi parte de uma pesquisa empírica realizada a partir do planejamento, elaboração, validação, implementação e avaliação de uma sequência didática (SD), baseada numa pesquisa histórica desenvolvida com esta finalidade, isto é, sem ter sido anteriormente publicada em livros didáticos ou paradidáticos atuais. A intervenção pedagógica é apresentada neste artigo a partir da sua fundamentação teórica, seguida da metodologia de pesquisa, apresentação dos planos didáticos e do material impresso, baseado em fonte primária que foi utilizado em sala de aula, a análise dos dados coletados e a conclusão dessa intervenção. Tanto esta intervenção quanto a própria pesquisa empírica revelaram que a História da Ciência pode ser uma ferramenta de ensino que favorece, ao mesmo tempo, a compreensão de conceitos de ciências e aspectos da ciência e da investigação científica.

**Palavras-chave:** Ensino de ciências, História da Ciência, Educação de jovens e adultos.

*The phenomenon of pain and numbness caused by torpedoes: history of science in youth and adult education*

**Abstract:** This article aims to present and comment on a pedagogical intervention developed in the science classroom, in the initial stage of the Fundamental II segment of Basic Education in the Youth and Adult Education modality, of a public

---

<sup>1</sup> A palavra torpedo deriva do latim *torpidus* que significa torpor ou dormência. Trata-se da *Raja torpedo Linnaeus*, atualmente *Torpedo torpedo*. O torpedo é um tipo de raia de habitat marinho, encontrado no Mar mediterrâneo e leste do Oceano Atlântico, desde a baía Biscaia até Angola (FROESE, R., PAULY, D. (eds). *Fishbase World Wide Web electronic publication*. Disponível em <<http://www.fishbase.org/Summary/SpeciesSummary.php?ID=2062?AT=torpedo>>. Acesso em 24/08/2017.

school in the city of São Paulo, Brazil. The pedagogical intervention was part of an empirical research carried out from the planning, elaboration, validation, implementation and evaluation of a teaching learning sequence (TLS), based on a historical research developed for this purpose, that is, without having previously been published in textbooks. The pedagogical intervention is presented in this article based on its theoretical basis, followed by the research methodology, presentation of the printed material based on primary source that was used in the classroom, the analysis of the data collected and the conclusion of this intervention. Both this intervention and the empirical research itself revealed that the History of Science can be a teaching tool that favors the understanding of concepts of science and aspects of science and scientific research.

**Keywords:** Science teaching, History of Science, Youth and adult education.

### I. Introdução

A História da Ciência no ensino de ciências tem sido defendida desde o século XIX<sup>2</sup>, tendo ocorrido um pico de interesse sobre essa temática na segunda metade do século XX<sup>3</sup>, que foi devidamente impulsionado pela First International Conference in History, Philosophy and Sociology of Science and Mathematics (Primeira Conferência Internacional em História, Filosofia e Sociologia da Ciência), realizada na Universidade da Florida em 1989 e pelo aparecimento do periódico *Science & Education*<sup>4</sup>. O crescimento dos trabalhos sobre a história e a filosofia da ciência na educação no Brasil<sup>5</sup>, bem como em todo mundo, parece apontar para o surgimento de uma área nova de pesquisa, que não é mais apenas uma interface da história da ciência com o ensino de ciências, mas uma nova disciplina independente<sup>6</sup>.

Muitos trabalhos já trataram das dificuldades e obstáculos a serem vencidos para a implementação de aspectos históricos e filosóficos no ensino básico de ciências, desde os intrínsecos<sup>7</sup>, passando pela crítica à formação dos professores, que não os prepara para lidar com

---

<sup>2</sup> PRESTES, Maria Elice Brzezinski; CALDEIRA, Ana Maria. Introdução. "A importância da História da Ciência na educação científica". *Filosofia e História da Biologia*, v. 4, p. 1-16, 2009.

<sup>3</sup> DUSCHL, Richard A. "Science Education and Philosophy of Science Twenty-Five Years of Mutually Exclusive Development". *School science and mathematics*, v. 85, n. 7, p. 541-555, 1985.

<sup>4</sup> MATTHEWS, Michael R. History, Philosophy and Science Teaching: what can be done in an undergraduate course? *Studies in Philosophy and Education*, n.10, p. 93-97, 1990; MATTHEWS, Michel R. *Science teaching: the role of History and Philosophy of Science*. New York: Routledge, 1994; MATTHEWS, Michael R. Changing the focus: From nature of science (NOS) to features of science (FOS). In: *Advances in nature of science research*. Springer Netherlands, 2012. p. 3-26.

<sup>5</sup> MARTINS, Roberto de Andrade; SILVA, Cibelle Celestino; PRESTES, Maria Elice Brzezinski. History and Philosophy of Science in Science Education, in Brazil. In: MATTHEWS, Michael R. (ed.). *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching*. Dordrecht: Springer, p. 2271-2299, 2014.

<sup>6</sup> MARTINS, Roberto de Andrade. Sobre o papel da história da ciência no ensino. *Boletim da Sociedade Brasileira História da Ciência*, v. 9, p. 3-5, 1990. Disponível em: <<http://www.ghtc.usp.br/server/pdf/ram-42.pdf>>. Acesso em: 17 set 2012.

<sup>7</sup> MARTINS, Roberto de Andrade. Sobre o papel da história da ciência no ensino. *Boletim da Sociedade Brasileira História da Ciência*, v. 9, p. 3-5, 1990. Disponível em: <<http://www.ghtc.usp.br/server/pdf/ram-42.pdf>>. Acesso em: 17 set 2012; MARTINS, Lilian Pereira Al-Chuyer. História da Ciência: objetos, métodos e problemas. In: *Ciência & Educação*, v.11 n.2, p. 305-317, 2005; FORATO, Thaís Cyrino Moura. *A natureza da ciência como saber escolar: um estudo de caso a partir da história da luz*. 2009. 221f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009; HÖTTECKE, Dietmar; SILVA, Cibelle Celestino. Why implementing History and Philosophy in school science education is a challenge: an analysis of obstacles. *Science & Education*, v. 20, p. 293-316, 2011.

problemas historiográficos da área<sup>8</sup> e pelas interpretações problemáticas da história da ciência como, por exemplo, o do anacronismo (que é o que analisa o passado com base nos conhecimentos atuais) e que estão presentes nos materiais que serviriam de apoio aos professores como na maioria dos livros didáticos brasileiros<sup>9</sup>.

Para que os benefícios superem os obstáculos seria necessária, por parte do professor, uma análise historiográfica crítica baseada, por exemplo, em índices sugeridos por Douglas Allchin<sup>10</sup> como, por exemplo, a monumentalidade, a idealização do personagem, narrativa que constrói um conflito dramático e outros.

Nesse contexto, a intervenção pedagógica aqui apresentada teve por objetivos: desenvolver um estudo empírico sobre História da Ciência na sala de aula do ensino básico; promover o ensino contextualizado de ciências; investigar os benefícios e as dificuldades desta inserção da História da Ciência para o ensino e aprendizagem de conteúdos específicos de ciências e relacionados aos aspectos da investigação científica entre esses estudantes.

O presente artigo mostra e comenta uma intervenção pedagógica que fez parte de um estudo empírico baseado no planejamento, na elaboração, na validação, na implementação e na avaliação de uma sequência didática (SD), feita a partir de uma pesquisa histórica desenvolvida com a finalidade de superar os aspectos historiográficos problemáticos dos materiais disponíveis e sem ter sido publicada em livros didáticos ou paradidáticos atuais, de modo que os estudantes tivessem um primeiro contato com a temática e em língua portuguesa.

O estudo histórico<sup>11</sup> seguiu a metodologia da pesquisa em história da ciência, por meio da análise de fontes primárias, à luz de fontes secundárias. O objetivo para esta intervenção pedagógica foi o de elaborar uma síntese da análise histórica sobre o fenômeno da dor e do entorpecimento causado por certos tipos de peixes em suas presas e nas mãos dos pescadores e estudiosos, fenômeno conhecido desde a Antiguidade.

---

<sup>8</sup> MCCOMAS, William F.; ALMAZROA, Hiya; CLOUGH, Michael P. The nature of science in science education: an introduction. *Science & Education*, v. 7, n. 6, p. 511-532, 1998; PÉREZ, Daniel Gil e colaboradores. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação* (Bauru), v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001; HOLTON, Gerald. What historians of science and science educators can do for one another. *Science & Education*, v. 12, n. 7, p. 603-616, 2003; SILVA, Cibelle Celestino. *Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para a aplicação no ensino*. Editora Livraria da Física, 2006; MARTINS, André Ferrer Pinto. História e Filosofia da Ciência no ensino: Há muitas pedras nesse caminho. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 24, n. 1, p. 112-131, 2007.

<sup>9</sup> LEITE, Laurinda. History of Science in Science Education: development and validation of a checklist for analyzing the historical content of science textbooks. *Science and Education*, v.11, n.2, p. 333-359, 2002; VIDAL, Paulo Henrique O. *A História da Ciência nos livros didáticos de química do PNLEM-2007*. 2009. 104 fls. Dissertação (Mestre em Ensino de Ciências) – Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009; BITTENCOURT, Fabrício B.; PRESTES, Maria Elice Brzezinski. *O tratamento dado à História da Biologia nos livros didáticos brasileiros recomendados pelo PNLEM-2007: análise das contribuições de Gregor Mendel*. 2013. 80 fls. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências, modalidade Ensino de Biologia) – Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013; GILGE, Marcelo Viktor. *História da Biologia e ensino: contribuições de Ernst Haeckel (1834-1919) e sua utilização nos livros didáticos aprovados pelo PNLID 2012 – Ensino Médio*. 2013. 106 fls. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013.

<sup>10</sup> ALLCHIN, Douglas. Pseudohistory and Pseudoscience. *Science & Education*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, v.13, p. 179-195, 2004.

<sup>11</sup> JENSEN, Gerda Maisa; PRESTES, Maria Elice Brzezinski. As investigações de Lazzaro Spallanzani acerca do fenômeno do entorpecimento e dor causado pelos torpedos. *Filosofia e História da Biologia*, v.6, n.2, p. 227-250, 2011. Disponível em < [http://www.abfhib.org/FHB/FHB-6-2/FHB-6-2-04-Gerda-Maisa-Jensen\\_Maria-Elice-Brzezinski-Prestes.pdf](http://www.abfhib.org/FHB/FHB-6-2/FHB-6-2-04-Gerda-Maisa-Jensen_Maria-Elice-Brzezinski-Prestes.pdf)>. Acesso em: 21 abr 2016.

O estudo empírico<sup>12</sup> foi realizado no ano de 2015, na série inicial do ensino fundamental II (5a série) da modalidade de Educação de Jovens e Adultos e seguiu a metodologia da pesquisa-ação<sup>13</sup>, onde a professora tem também o papel de pesquisadora, com abordagem de investigação qualitativa<sup>14</sup>, após a autorização da Direção e do Conselho de Escola da EMEF Brasil-Japão<sup>15</sup> e com o Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. A análise dos dados da sequência didática foi feita segundo a metodologia de análise de conteúdo como proposta por Laurence Bardin<sup>16</sup>.

Este artigo traz inicialmente o estudo histórico a partir do qual foi elaborada a intervenção pedagógica. A seguir, apresenta o plano geral e o plano individual das aulas, bem como o material instrucional elaborado pela professora-pesquisadora considerando o perfil dos estudantes, um grupo intergeracional com histórico recente de letramento e de descontinuidade de estudos. A seguir, apresenta os dados coletados por meio de notas de campo, gravações de áudio e entrevistas com os estudantes. Por fim, traz a conclusão.

## II. O estudo histórico

Diferentes naturalistas dos séculos XVII, XVIII e XIX dedicaram-se ao estudo do fenômeno da dor e do entorpecimento. O médico, poeta e naturalista italiano Francesco Redi (1626-1697) e seu discípulo Stephano Lorenzini (1652-?)<sup>17</sup>, em 1678, estabeleceram que a estrutura responsável por este fenômeno seriam os músculos em forma de foice (*musculi falcati*) presentes nos peixes, como apresentados na Figura 1.

---

<sup>12</sup> JENSEN, Gerda Maisa. *Charles Darwin (1809-1882) e os peixes elétricos: história e natureza da ciência no ensino de ciências na Educação de Jovens e Adultos*. 2016. 343 fls. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Disponível em

<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41131/tde-13122016-111043/>>

<sup>13</sup> THIOLENT, Michel. *Metodologia da Pesquisa-ação*. 17ª Edição. 2009.

<sup>14</sup> BOGDAN, R.C., BIKLEN, S.K. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Trad. Maria J. Alvarez, Sara B. dos Santos, Telmo M. Baptista. Porto: Porto Editora, 1994. (Coleção Ciências da Educação).

<sup>15</sup> Escola Municipal de Ensino Fundamental Brasil- Japão – Diretoria Regional do Butantã, Secretaria Municipal de Educação de São Paulo (SME/SP), São Paulo, SP.

<sup>16</sup> BARDIN, Laurence. *Análise de conteúdo*. 3ª. Lisboa: Edições, v. 70, 2004.

<sup>17</sup> LORENZINI, Stephano. *Osservazioni intorno alle torpedini*. Firenze: L'Onofrio, 1678. Disponível em <http://www.archive.org/details/osservazioniinto00orepuding/Humanities%20Division> e acessado em 25 de julho de 2016.

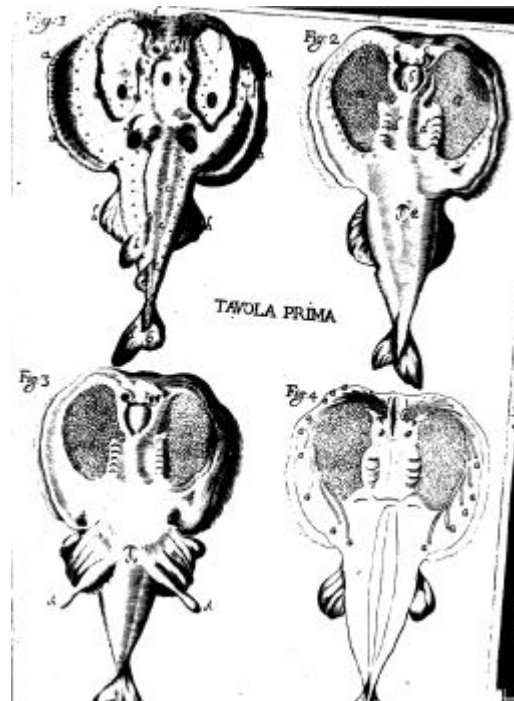


Figura 1. Tábua primeira. Fonte: Lorenzini, 1678.

Paralelamente, surgiram diferentes explicações sobre o funcionamento desses músculos e sobre a natureza do fenômeno<sup>18</sup>: no âmbito corpuscular, como defendido por Redi, Lorenzini e pelo médico, naturalista e arquiteto francês Claude Perrault (1613-1688); no âmbito mecânico, como defendido pelo médico italiano Giovanni Alfonso Borelli (1608-1679) e pelo naturalista francês René-Antoine Ferchault de Réaumur (1683-1757), cuja explicação predominou por cinquenta anos por toda a Europa; e mais tarde no âmbito elétrico, que se estabelecia juntamente com os estudos dos eletricitistas do final do século XVIII e início do século XIX. O desenvolvimento do conhecimento sobre os fenômenos elétricos do século XVIII revelou-se de tal complexidade, que não poderia ser estudado em poucas linhas. Ele não prescindiu de estudos anteriores acerca da virtude elétrica nem das observações realizadas sobre o fenômeno dos peixes. O essencial para a compreensão dessa intervenção pedagógica é que a garrafa de Leyden impulsionou a discussão sobre a natureza elétrica do fenômeno dos peixes. Tratava-se de um dispositivo que armazenava eletricidade obtida por meio de atrito e que descarregava ao tocar objetos de metal ou a mão dos estudiosos. Esses estudos comparativos com o fenômeno dos peixes ainda eram realizados até a primeira metade do século XIX<sup>19</sup>.

Na continuidade da pesquisa empírica completa, o estudo histórico nesse momento direcionou-se para a questão: como os estudiosos do século XIX explicavam a origem dos órgãos elétricos em peixes de diferentes famílias.

### III. A intervenção pedagógica

A pesquisa adotou a concepção de sequência didática (tradução do inglês *teaching learning sequence*) como “uma série de atividades [de ensino e aprendizagem] ordenadas, estruturadas e

<sup>18</sup> RÉAUMUR, René-Antoine Ferchault de. Des effets que produit le poisson apellé en François Torpille, ou Tremble, sur ceux que le touchen; Et de le cause dont ils dépendent. *Mémoires de l'Académie royale des science avec les mémoires de mathématique et de physique pour la même annè triés des registres de cette Academie*, p.344-362, 1714. Disponível em: <<http://gallica.bnf.fr>>. Acesso em 17 set 2012.

<sup>19</sup> FARADAY, Michael. *Experimental Researches in Electricity*. London: Richard and John Edward Taylor Printers and Publishers to the University of London, 1844, v. II, p. 1-17.

articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que tem um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores quanto pelos alunos<sup>20</sup>. A sua elaboração e validação foram consoantes com a linha de pesquisa do Teaching Learning Sequence (TLS), como proposta por Martine Marie Méheut e Dimitris Psillos, ou seja, para esses autores a SD é fundamentadora da atividade de ensino e da atividade de pesquisa, ainda que possa ser valorada de modo diferente por professores e pesquisadores<sup>21</sup>. Nessa proposta, a modelagem da SD leva em consideração três dimensões: a dimensão epistêmica, a psico-cognitiva e a didática. A dimensão epistêmica permitiu realçar o papel da história da ciência sobre a gênese do conhecimento científico, como veículo facilitador da aprendizagem do conteúdo científico; a dimensão psico-cognitiva relevou o tratamento do público intergeracional característico da Educação de Jovens e Adultos; a dimensão didática permitiu a seleção de estratégias diversificadas e adequadas ao contexto curricular do ensino público municipal de São Paulo e ao Projeto Político Pedagógico da escola.

O planejamento das atividades deliberadamente procurou levar cada aluno a se tornar responsável pela própria aprendizagem e adotou a abordagem da Aprendizagem Baseada em Problema (ABP, em inglês, *Problem Based Learning* – PBL)<sup>22</sup>, considerada poderosa ferramenta para a reformulação do ensino de ciências<sup>23</sup>. Nesta abordagem: a) o problema é apresentado aos estudantes que tornam-se sujeitos ativos da própria aprendizagem e o papel do professor é o de um agente facilitador da aprendizagem; b) o estudo de caso ou o problema não deve ser mera ilustração suplementar, mas uma ocasião para aprender: a ciência cognitiva diz que raciocinamos através de analogias e modelos e interpretamos e aplicamos princípios abstratos; c) numa perspectiva mais transformadora, essa abordagem de ensino favorece o desenvolvimento de habilidades de pensamento e uma compreensão de aspectos da ciência, além do conteúdo conceitual de ciências.

Como considerações sobre a elaboração da SD e desta intervenção pedagógica, o contexto didático foi fundamental para o desenho dos processos de ensino e aprendizagem: as metas de 2015 da Secretaria Municipal de Educação de São Paulo para a EJA; o Projeto Político Pedagógico da Escola Municipal de Ensino Fundamental Brasil-Japão de 2014 e a matriz curricular vigente; as características das comunidades que a frequentam, a infraestrutura do prédio, os recursos materiais e humanos disponíveis, o perfil da professora-pesquisadora e o perfil da turma de alunos onde se deu a implementação.

---

<sup>20</sup> ZABALA, Antoni. *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

<sup>21</sup> MÉHEUT, Martine. Teaching-learning sequences tools for learning and/or research. In: *Research and the quality of science education*. Springer Netherlands, p. 195-207, 2005.

<sup>22</sup> RIBEIRO, Luis R. de Camargo. *Aprendizagem Baseada em Problemas: uma experiência no ensino superior*. São Carlos, EDUFSCar, 2008.

<sup>23</sup> ALLCHIN, Douglas. Problem- and Case-Based Learning in Science: an introduction to distinctions, values, and outcomes. *Life Sciences Education*, v. 12, p. 364-372, 2013.





Figura 2. Fachada da escola EMEF Brasil -Japão.  
Fonte: foto feita pela professora-pesquisadora.

Ainda foram considerados para o planejamento:

- a) o que ensinar, a sua sequenciação e integração explicitados no título do bloco de aulas, nos objetivos do bloco de aulas, na questão problematizadora e em quatro objetivos educacionais: de conceitos de ciências; de história da ciência e de características da ciência (CdC) e da investigação científica (IC), as habilidades científicas a serem desenvolvidas bem como a competência de leitura e escrita dos estudantes;
- b) quando ensinar: a etapa do ensino formal dos estudantes, o histórico de descontinuidade de estudos, os conhecimentos prévios, os instrumentos de avaliação diagnóstica e o número de aulas.



Figura 3. Etapa complementar I em atividade com a professora.  
Fonte: foto da professora-pesquisadora com autorizações.

*Quadro 1. Plano da investigação pedagógica*

O fenômeno dos peixes e suas explicações		
Questão-problema: Como vocês acham que os sábios começaram os estudos acerca do fenômeno da dor e do entorpecimento causado por certos peixes?		
Objetivos gerais: Conhecer os processos de investigação científica: o fenômeno, as hipóteses explicativas e as inferências; compreender a base empírica da ciência; desenvolver a competência leitora e escritora dos estudantes; desenvolver a competência de compreender a ciência como atividade humana e histórica, associada a aspectos de ordem social, econômica, política e cultural.		
Objetivos de Ciências	Objetivos de HC	Objetivos de CdC/IC
Compreender o fenômeno da dor e entorpecimento causado por certos peixes e suas explicações.	Tomar contato com narrativa histórica e com fontes primárias.	Compreender a base empírica da Ciência.
Levantar e organizar as ideias dos estudantes sobre a natureza, a extensão e a função do fenômeno dos peixes e sobre os modos de “verificação” das suas ideias.	Apresentar os procedimentos dos estudiosos do século XVII e XVIII, para “verificar” a natureza, a extensão e a função do fenômeno dos peixes.	Compreender o enraizamento sócio-cultural da ciência.

Quadro 2. Plano da aula

Objetivos	C: O fenômeno da dor e entorpecimento causado por certos peixes
	HC: O fenômeno dos peixes na Antiguidade e no século XVII – fonte primária.
	CdC/IC: Conceito de fenômeno; motivação para o estudo de um fenômeno; a observação e o registro do fato ou fenômeno;
	Habilidade científica: Relacionar diferentes explicações propostas para um mesmo fenômeno natural na perspectiva das próprias ideias.
Atividade	Apresentação do fenômeno e introdução da questão-problema.
Recursos materiais	Material instrucional elaborado pela professora-pesquisadora <i>Um caso fabuloso desde a Antiguidade</i> . Lousa branca, flanela, canetão, cadernos e lápis.
Estratégia	Leitura compartilhada, em voz alta, do material impresso; discussão dialogada, registro impresso das ideias iniciais
Tempo	Duas horas-aula de 45 minutos

#### IV. Análise e discussão dos dados coletados

A presente análise foi baseada nas categorias analíticas do referencial teórico adotado. As categorias definidas a priori referem-se a características de acordo com as descrições feitas por Schwartz, Lederman, Crawford (2004, p. 613) (tradução nossa). Estas categorias estão no Quadro 3. Para essa intervenção inicial foram escolhidas três categorias de análise: base empírica, observação e inferência e enraizamento sócio-cultural.

Quadro 3. Aspectos da Natureza da Ciência (NdC)



Aspectos	Descrição
Provisoriedade	O conhecimento científico é sujeito a mudança a partir de novas observações e novas interpretações das observações existentes. Todos os demais aspectos da ciência fornecem justificativa para a provisoriedade do conhecimento científico.
Base empírica	O conhecimento científico está baseado na/ou deriva da observação do mundo natural.
Subjetividade	A ciência é influenciada e dirigida por leis e teorias científicas atualmente aceitas. O desenvolvimento de questões, investigações e interpretações de dados é filtrado através da lente da teoria corrente. Esta é uma subjetividade inevitável, que permite à ciência progredir e permanecer consistente e, também, para a mudança na ciência quando uma evidência prévia é examinada da perspectiva do novo conhecimento. A subjetividade pessoal é também inevitável. Os valores pessoais, agendas e experiências prévias ditam o que e como os cientistas conduzem o seu trabalho.
Criatividade	O conhecimento científico é criado através da imaginação humana e do raciocínio lógico. A criação é baseada nas observações e inferências sobre o mundo natural.
Enraizamento sócio-cultural	Ciência é uma atividade humana e é influenciada pela sociedade e cultura na qual é praticada. Os valores da cultura determinam o quê e como a ciência é conduzida, interpretada, aceita e utilizada.
Observação e inferência	A ciência está baseada em ambas, observação e inferência. As observações são recolhidas através dos sentidos humanos ou das extensões desses sentidos. Inferências são as interpretações dessas observações. As perspectivas correntes da ciência e dos cientistas guiam ambas, as observações e as inferências. Múltiplas perspectivas contribuem para validar múltiplas interpretações das observações.
Leis e teorias	Teorias e leis são diferentes tipos de conhecimento científico. Leis descrevem relações, observadas ou percebidas, dos fenômenos na natureza. Teorias são explicações inferidas para os fenômenos naturais e mecanismos de relação entre eles. Hipóteses em ciência podem conduzir ou teorias ou leis com o acúmulo de um apoio substancial de evidências e aceitação na comunidade científica. Teorias e leis não progridem uma na outra, no sentido hierárquico, elas são distintamente e funcionalmente tipos diferentes de conhecimento.
Interdependência desses fatores	Nenhum desses aspectos pode ser considerado independente um do outro. Por exemplo, a provisoriedade do conhecimento científico está ligada a criação deste conhecimento através da observação empírica e inferência. Cada um desses atos é influenciado pela cultura e sociedade na qual a ciência é praticada assim como pelo quadro teórico e subjetividade pessoal do cientista. Um dado novo, sendo considerado e existindo dados reconsiderados, inferências (novamente feitas num contexto particular) pode conduzir a mudanças no conhecimento científico existente.

O Quadro 4 apresenta as respostas dos alunos à questão-problema: como os sábios dos séculos XVII e XVIII começaram os seus estudos acerca do fenômeno da dor e entorpecimento causado por certos tipos de peixes.

*Quadro 4. Respostas dos alunos (selecionadas das transcrições de áudio e vídeo, das entrevistas semiestruturadas e dos registros escritos individuais)*

---

Aluno 1: Professora, pra gente saber como é que a cura acontecia, ele [inaudível] uma raia dessa e [inaudível] pra outra pessoa. Daí o cientista fica interessado, porque a história sai daquele lugar. Daí ele vai para aquele lugar pra poder descobrir se é verdade o que aconteceu.

---

Aluno 1: Acho que testar nele mesmo, antes de testar em alguém, como uma cobaia e ser processado.

Aluno 1: Não sei, mas não tinha tanto equipamento como hoje. Então de algum jeito ele tinha que testar.

Aluno 4: Ah, se eu fosse cientista sim [testaria em si mesmo.]

---

Aluno 1: Vamos ter que testar. Porque se a senhora disse que pisou, por acaso, num acidente e ele morreu, você [inaudível] que ele morre.

Aluna 4: Pode ficar dormente e depois voltar ao normal.

---

Aluno 2: Porque ele registrou, com testemunhas. Prof: Então vocês acham que tem que chamar testemunhas?

Aluno 4: Sim, pra ver se foi feito mesmo. E tem que registrar e publicar.

---

Aluna 2: Pra pegar essa peixe, ele tinha que ir em alto mar.

Aluna 2: Naquela época tinha que ir de burro, jegue ou mula. Era o transporte naquela época.

Aluna 4: Mas trazer o peixe ia ser difícil né? Com certeza era feito tudo no local.

Aluno 1: Poderia numa mula ou um cavalo. Coloca num aquário, tem aquela boia pra poder fazer a água arear e o peixe chegar vivo. Porque não era perto.

Aluna 1: Porque isso é uma arma, uma defesa do peixe. Então ele tinha que estar vivo para fazer isso. O homem vai pegar ele, então ele vai fazer isso com vida, para o homem não pegar ele, para se defender. Se ele morre não vai fazer nada, é igual a gente.

---

Aluna 4: Na verdade, tinha muita dificuldade. Eu lembro que ouvia falar do meu pai que o pai dele não o deixava estudar, então ele tinha [inaudível] ele deixou assim: se você tiver cinco filhos, um estudava e aquele que [inaudível] valia para todos. Aí um dos irmãos dele foi para a escola e ele não estudou. Teve só duas semanas de aula. Faz uns 10 anos que eu queria estudar. Mas bom mesmo que [inaudível] de uns cinco anos pra cá, porque antes eu não estava conseguindo estudar. Facilitou.

---

Aluno 3 (escrita): nois tiramo a concusão que o cientista presiza de trestemunho para ter uma prova do que foi pesquisado ali no mar com a raia que calsa dormencia que foi rela tado pelo morador da região so que presiza de transportar para o laboratório de pesquisa para ter uma concusão se o fato foi causado dormencia so vivo o se também causa dormencia depois de morto.

---

Aluno 5 (escrita individual): o peixe causa dormecia sobre a pisoisa mais precisa o cuidado par o peixe não morre Para faz e. O pesciza do Peixe precisa. Testemunha para ter certeza que feiz a piscisa du Peixe.

---

Texto coletivo - Se eu fosse um estudioso do século XVII ou XVIII eu iria:

- a) Viajar até uma cidade praiana para estudar o peixe e precisaria de tempo para a viagem, de financiamento, me preparar para imprevistos.
  - b) Viajar em um barco de pesca e realizar os testes em alto-mar. Como não tinha filmadora, precisaria levar uma testemunha.
  - c) Eu poderia aguardar que os pescadores trouxessem o peixe porque poderia demorar dias até pescar um peixe do tipo torpedo.
  - d) Muitos peixes poderiam morrer na viagem de volta ao serem transportados pelos pescadores e pode ser que o fenômeno só ocorra com o peixe vivo ou quase morto. Eu teria que pensar num
-

---

aquário para transportar o peixe.

- e) Eu precisaria escrever um relato constando o nome da testemunha e publicar e apresentar para o financiador da minha pesquisa.
  - f) Eu precisaria primeiro repetir os mesmos gestos [procedimentos] dos pescadores para testar a veracidade do fenômeno.
  - g) Eu iria tocar em partes diferentes do peixe como nas barbatanas, na barriga para saber de onde saía.
- 

Era esperado pela professora-pesquisadora uma visão de Ciência que é mais frequente entre os estudantes e que tem forte influência de correntes epistemológicas positivistas: a atividade científica vista como sendo independente das relações sociais e o conhecimento científico tido como seguro porque está baseado em observações e experimentos (base empírica).

As respostas revelaram que, em relação à categoria base empírica da Ciência, a percepção inicial desses alunos era a esperada, qual seja, a Ciência como um meio para descobrir o que existe no mundo ou um meio de explicar os fenômenos na busca de “provas” ou “verdades”.

Em relação à categoria enraizamento sócio-cultural, as respostas revelaram uma percepção de Ciência como construção humana coletiva e contextualizada: para esses alunos, os procedimentos dos estudiosos estavam ligados às condições históricas, como os meios de transporte da época; à presença de testemunhas na ausência de tecnologia para os registros; e os registros por meio de cartas ou de relatos para justificar os gastos junto ao financiador das expedições. A visão de Ciência como dependente de financiamento foi uma surpresa para a professora-pesquisadora porque era, em certa medida, diferenciada da esperada. A visão desses alunos pode ser explicada pelo fato de que sejam adultos e alguns deles foram ou ainda são trabalhadores em institutos de pesquisa da Universidade de São Paulo e do Instituto Butantan.

Em relação à categoria observação e inferência, as respostas não permitiram diagnosticar a percepção acerca de inferência para a maioria dos estudantes. Uma resposta chamou a atenção da professora-pesquisadora: “Aluno 3: Ela falou que é defesa, morto não funciona né? Mas se ela pensar num escorpião, nele morto, se você enfiar o dedo no ferrão dele, que também é para se defender, o veneno injeta, porque o veneno está no ferrão. Então nós não sabemos como é o músculo. Tem peixe que morre, mas o músculo continua mexendo. Então você não vai saber se [inaudível] pelo músculo. Tem muita coisa.” A aula seguinte teve como objetivo enfatizar as diferentes explicações sobre a natureza do fenômeno dos peixes (corpúscularista, mecânica e elétrica), para favorecer a distinção entre observação e inferência pelos estudantes.

O Quadro 5 de respostas dos alunos revela que a introdução de fontes primárias na educação básica pode ser um elemento motivador<sup>24</sup>, por ter levado os alunos trabalhadores a encontrarem um horário para pesquisa na Web. Revela ainda que, a partir desse estudo, é possível fazer novos recortes para o currículo de Ciências como conceitos relacionados à Eletricidade.

---

Quadro 5. Respostas dos alunos 2

---

---

<sup>24</sup> SOUZA, Rosa Andrea Lopes de. 2014. A viagem de Alfred Russel Wallace ao Brasil: uma aplicação de história da ciência no ensino de biologia. Dissertação de Mestrado Ensino de Biologia – Ensino de Ciências (Física, Química, Biologia). Universidade de São Paulo. São Paulo. 2014.

---

Aluna: Eu pesquisei sobre a arraia que é o peixe torpedo.

Prof: E onde você pesquisou?

Aluna: Na internet.

Prof: O que você digitou lá?

Aluna: Eu digitei arraia e torpedo no *Google*.

Prof: Tá. Daí no *Google* aparece um monte de endereços. Qual você escolheu?

Aluna: Eu escolhi essa arraia, peguei a fotinho dela. Pela imagem, mais ou menos parecida com a imagem da nossa folha [fonte primária].

---

Aluna: Pode ferir, com esse choque. Só que não vai matar. Diz aqui que o choque dela é tão forte que pode atingir até 200 volts.

Prof: Quanto é 200 volts? Como que você sabe se é muito? Você sabe Aluno 6?

Aluno 6: É perto do 220v, né?

Prof: Alguém aqui já tomou um choque de 220v?

Aluna 3: Só da polícia.

Prof: Com o *taser*? Aquilo é 220v?!!!

Aluna 3: Não é 220v não, [inaudível] pegou numa lâmpada, tomou um choque e caiu "morta". Desmaiou né? A gente ficou desesperado, ela não falava e achamos que estava morta. Tentamos fazer massagem, ela ficou tão ruim. E acordava e ficava grogue.

---

## V. Conclusão

Existem várias tendências e propostas possíveis para a utilização da História da Ciência nas aulas de ciências como, por exemplo, através da replicação de experimentos históricos, da discussão de controvérsias, de estudo de caso e outras<sup>25</sup>. Há que se considerar também que essa introdução da História da Ciência na sala de aula pode ser feita com diferentes objetivos, como: informar sobre as características da ciência ou sobre a investigação científica; apresentar a relação entre Ciência e o contexto social; ou ainda aprender sobre leis e teorias científicas. Essas tendências e propostas com seus diferentes objetivos são ainda pautadas em diferentes correntes pedagógicas e perspectivas historiográficas.

Esta intervenção permitiu perceber que os alunos ficaram motivados com a temática; sentiram-se à vontade para colocar suas ideias sobre o fenômeno do entorpecimento e dor causado por certos peixes e como fariam as investigações sobre a natureza desse fenômeno distanciados, ou seja, como estudiosos dos séculos XVII e XVIII; e ainda trouxeram muito do seu conhecimento prévio e escolar para tentar resolver a questão-problema.

Os instrumentos de coleta de dados, a observação participante e a entrevista semi-estruturada revelaram-se importantes para detectar se os sujeitos expressavam, de fato, suas percepções sobre a investigação científica e compreensão do conceito. Um aspecto revelador foram os passos da investigação científica que foram sendo descritos pelo coletivo: a observação e os procedimentos para a observação do fenômeno; a motivação dos estudiosos, bem como as dificuldades a serem enfrentadas, por exemplo, de natureza econômica. Os estudos feitos por adultos cuja rotina é a de trabalho, sem tempo para pesquisas, trouxeram a surpresa de pesquisas realizadas na Internet. Com isso, os alunos criaram um critério para seleção de site confiável para obter informações sobre ciência, que foi a imagem utilizada de fonte primária. Na leitura dessa pesquisa, os alunos iam trazendo uma série de conceitos de ciências que pode-

---

<sup>25</sup> SILVA, Cybelle Celestino; MARTINS, Roberto de Andrade. A teoria das cores de Newton: um exemplo do uso da história da ciência em sala de aula. *Ciência e Educação*. v.9, n.1, p.53-65, 2003.

riam ter sido utilizados como parâmetros de recorte de conteúdo, como sejam “graus Celsius”, “volts e voltagem”, corrente elétrica. Criaram também estimativas de comparação de voltagem em corrente alternada, sobre anatomia dos peixes, como tocar nas bordas ou na barriga. E trouxeram ainda novas questões como, por exemplo, se um peixe poderia atacar outro peixe da mesma espécie, utilizando o choque elétrico não apenas na defesa como no ataque, de maneira análoga ao que ocorre quando predadores.

Desse modo, a intervenção pedagógica aqui apresentada permitiu vislumbrar que há viabilidade da História da Ciência como ferramenta para o aprendizado simultâneo de ciências e sobre ciências em turmas de Educação de Jovens e Adultos.