

Episódio Histórico de Louis Pasteur: Uma proposta interdisciplinar para o ensino de Química, Física e Biologia

Anelise Grünfeld de Luca
Sandra Aparecida dos Santos
Iara Maitê Campestrini
Bruna Cardoso Romão
Gabriel Cristiano Walz
Gabriela Hoffmann Luciano
Jéssica Caroline Albano
Mylena Larissa de Araujo

Resumo

A História da Ciência (HC) na interface com o ensino contribui para que a aprendizagem dos conceitos tratados pela ciência aconteça de forma significativa e contextualizada, permitindo a compreensão de sua natureza. Nessa perspectiva, o episódio histórico de Louis Pasteur (LP), tratando de sua vida e obra, foi transformado em uma sequência didática (SD) voltada aos estudantes do Ensino Médio (EM) e licenciandos em Química. A apresentação e a discussão desse episódio histórico favorecem a apropriação dos conceitos científicos inerentes aos conteúdos abordados no EM, envolvendo o estudo da isomeria óptica, da fermentação e dos micro-organismos. A SD proposta constitui-se das seguintes etapas: aplicação de um questionário virtual, apresentação de um vídeo sobre a vida e obra de LP, leitura de livro específico, abordagem de conceitos químicos, físicos e biológicos e demonstração de um experimento. O desenvolvimento desta proposta evidencia o potencial pedagógico interdisciplinar da HC.

Palavras-chave: História da Ciência; Proposta de Ensino; Interdisciplinaridade.

Abstract

The History of Science (HS) in the interface with teaching contributes for the learning of the concepts treated by science in a significant and contextualized way, allowing the understanding of its nature. In this perspective, the historical episode of Louis Pasteur (LP), related to his life and work, was transformed into a didactic sequence (DS) for high school (HS) students and chemistry graduates. The presentation and discussion of this historical episode helped for the appropriation of the scientific concepts related to the contents addressed in the HS, involving the study of optical isomerism, fermentation and microorganisms. The proposed DS is composed by the following steps: application of a virtual questionnaire, presentation of a video about the life and work of LP, specific book reading, approach to chemical, physical and biological concepts and demonstration of an experiment. The development of this proposal highlights the interdisciplinary pedagogical potential of HS.

Keywords: History of Science; Teaching Proposal; Interdisciplinarity.

INTRODUÇÃO

A História da Ciência consiste numa importante área do conhecimento que possui objetos e métodos próprios de estudo e investigação. Esta estuda a construção do conhecimento levando em conta o contexto e a sociedade de uma determinada época, sem que haja inferiorização e pré-julgamentos da

ciência do passado em relação à ciência moderna, pois cada período possui uma forma diferente de ver o mundo.

A História da Ciência, assim como o conhecimento, é progressiva e passível de transformações ao longo do tempo, seja por novas descobertas, ou mesmo por novas interpretações feitas de fontes primárias (textos, objetos, documentos, imagens, entre outros) e, a partir destas, tornando possível a criação de fontes secundárias. Além disso, busca desconstruir títulos como o de “pai da ciência” e trazer à tona a participação de outras personagens importantes que também ajudaram na descoberta de grandes feitos históricos.

Em se tratando da formação inicial de professores das áreas de Química, Física e Biologia, tem-se garantido na matriz curricular das referidas áreas a disciplina de História e Epistemologia da Ciência. Beltran, Saito e Trindade (2014) enfatizam que, “[...] durante as últimas décadas, aumentou a inclusão de temas de História da Ciência em cursos de formação inicial e continuada de professores, bem como nos bacharelados em ciências naturais e exatas”¹. Entretanto, Callegario *et al.* (2015), em seu artigo “A História da Ciência no Ensino de Química: Uma Revisão”, pontuam “[...] a necessidade de se inserir a História e Natureza da Ciência na formação de professores, pois esses ainda apresentam uma visão distorcida sobre a ciência ocasionando um ensino descontextualizado e simplista”².

Desta forma, faz-se necessário o estudo e a discussão de temas que apontem esta área do conhecimento, seu objeto de estudo e as implicações no ensino de ciências. Prestes e Caldeira (2009), em seu artigo “Introdução. A importância da História da Ciência na Educação Científica”, mencionam sete justificativas favoráveis para a inserção de um componente curricular referente a História da Ciência nos programas de ensino, sintetizados por Matthews (1994). Entre elas, destacam-se:

A História promove melhor compreensão dos conceitos científicos e métodos. [...] é necessária para entender a natureza da ciência. [...] neutraliza o cientificismo e dogmatismo que são encontrados frequentemente nos manuais de ensino de ciências e nas aulas. [...] favorece conexões a serem feitas dentro de tópicos e disciplinas científicas, assim como com outras disciplinas acadêmicas; a história expõe a natureza integrativa e interdependente das aquisições humanas.³

¹ Maria Helen R. Beltran, Fumikazu Saito, & Lais dos S. P. Trindade, *História da Ciência para Formação de Professores* (São Paulo: Livraria da Física, 2014), 9.

² L. J. Callegario et al., “A História da Ciência no Ensino de Química: Uma Revisão,” *Revista Virtual de Química* 7, nº 3 (mai. 2015): 977-991.

³ Michael R. Matthews, *Science teaching: the role of history and philosophy of science* (New York: Routledge, 1994), citado em Maria E. B. Prestes & Ana M. de A. de Caldeira, “Introdução. A Importância da História da Ciência na Educação Científica,” *Filosofia e História da Biologia* 4, nº 1 (2009): 1-16.

A importância da inserção da História da Ciência nos Cursos de Licenciatura consiste em apresentar e discutir os conceitos científicos, instigando os acadêmicos a perceberem os entraves e os debates que proporcionaram a construção do conhecimento científico, tendo em vista que estes atuarão na Escola de Educação Básica. A forma com que os conteúdos conceituais são abordados em sala de aula influencia no entendimento e na apropriação dos mesmos. Entende-se por conteúdos conceituais aqueles em que “[...] a aprendizagem quase nunca pode ser considerada acabada, já que sempre existe a possibilidade de ampliar ou aprofundar seu conhecimento”.⁴ E, neste sentido, Cachapuz *et al.* (2005) ressaltam que:

[...] o facto de transmitir conhecimentos já elaborados, conduz muito frequentemente a ignorar quais foram os problemas que se pretendiam resolver, qual tem sido a evolução dos ditos conhecimentos, as dificuldades encontradas etc., e mais ainda, a não ter em conta as limitações do conhecimento científico actual ou as perspectivas abertas.⁵

Contudo, percebe-se que ainda há poucos “[...] materiais especializados direcionados ao ensino da História da Ciência para os cursos superiores”⁶. Isto implica em uma visão equivocada e descontextualizada da ciência, e “[...] expressões dessa visão comum [...]” são aceitas “implicitamente devido à falta de reflexão crítica e a uma educação científica que se limita, com frequência, a uma simples transmissão de conhecimentos já elaborados”⁷. Rodrigues (2015) resalta que “[...] a elaboração de materiais de apoio se apresenta como uma necessidade imediata”⁸. Desta forma, o presente artigo pretende apresentar uma sequência didática (SD) referente ao episódio histórico de Louis Pasteur (LP) e discutir alguns resultados obtidos na aplicação desta SD, elucidando a interface da História da Ciência com o ensino.

Dessa maneira, a História da Ciência na interface com o ensino contribui para que a aprendizagem dos conceitos, leis e princípios de que tratam as ciências aconteça de forma mais significativa e contextualizada, permitindo que os estudantes da Educação Básica se situem no espaço e no tempo e compreendam o processo do fazer ciência.

[...] as relações entre História da Ciência e ensino não se restringem a aplicações de modelos da filosofia da ciência, ao planejamento de atividades didáticas ou à

⁴ Antoni Zabala, *A Prática Educativa: Como Ensinar* (Porto Alegre: Artmed, 1998), 42-43.

⁵ António Cachapuz *et al.*, org., *A Necessária Renovação do Ensino das Ciências* (São Paulo: Cortez, 2005), 49.

⁶ Beltran, Saito & Trindade, 9.

⁷ Cachapuz *et al.*, org., 53.

⁸ Sabrina P. Rodrigues, *Louis Pasteur: Da Química à Microbiologia* (São Paulo: Livraria da Física, 2015), 7.

leitura ingênua que estudantes e professores possam fazer de textos ou de experimentos propostos por pensadores do passado. Essas relações exigem um comprometimento de educadores, professores e estudantes com a análise de diferentes formas de se elaborar conhecimentos sobre a natureza, as técnicas e a(s) sociedade(s).⁹

No contexto da História da Ciência, o episódio histórico de LP (1822 - 1895) é relevante para o ensino das Ciências, pois seus estudos na área de “[...] cristalografia, fermentação, geração espontânea, doença dos bichos-da-seda, raiva, cólera das aves, antraz, entre outros[...]”¹⁰ foram significativos e determinantes para a construção dos conceitos nas referidas áreas. Um dos conteúdos da área da química que foi explorado por LP é a isomeria óptica. Quanto à isomeria óptica, LP empenhou-se em uma série de pesquisas acerca da relação entre a atividade óptica dos cristais, da estrutura cristalina e da composição química dos compostos orgânicos. Em sua tese, frisou que as técnicas da cristalografia e da física poderiam contribuir com a resolução de problemas da química relacionados à constituição dos corpos. Ainda correlacionou a diferença óptica entre o p-tartarato de sódio e amônio, que podiam ser separados em duas formas cristalinas idênticas, exceto pelo fato de que eram imagens especulares. Rodrigues (2015) apresenta os seguintes resultados obtidos por LP, que fizeram com que este passasse a se destacar no cenário científico:

A forma dextrógira era idêntica ao tartarato de sódio e amônio comum, a outra era uma versão levógira, até então desconhecida, do mesmo composto. Além disso, as soluções dessas duas formas cristalinas giravam o plano da luz polarizada em direções iguais, mas opostas, sendo uma opticamente ativa à direita, e a outra à esquerda. Quando se dissolviam e depois se combinavam pesos iguais desses cristais (levógiros e dextrógiros) o resultado era o paratartato de sódio e amônio, que não exercia nenhum efeito sobre a luz polarizada. As atividades ópticas eram iguais mas opostas, e as duas formas cristalinas haviam se anulado.¹¹

A importância do estudo da isomeria óptica se dá pela estreita relação com a produção de medicamentos. As substâncias opticamente ativas (enantiômeros) estão em nosso dia a dia, por meio dos alimentos, dos medicamentos e algumas substâncias presentes em aromas que conferem paladares diferentes, como por exemplo, limão e laranja. Assim, podemos afirmar que o estudo da isomeria óptica

⁹ Beltran, Saito & Trindade, 117-118.

¹⁰ Rodrigues, 9.

¹¹ Ibid., 39.

constitui-se como algo relevante para a problematização e compreensão de situações que estão presentes no cotidiano, como o caso da talidomida: um medicamento utilizado na década de 1960 contra enjoos na gravidez. Os estudos sobre a ação teratogênica dos enantiômeros desta substância promoveram avanços na produção de medicamentos que apresentam atividade óptica. E, em se tratando dos conceitos científicos necessários para o entendimento da isomeria óptica, a área da Física é imprescindível, merecendo diálogos e intervenções contextualizadas.

Neste contexto, uma vez que, nos estudos de LP, a forma dos cristais salinos e sua constituição molecular foram investigados sob a ação da luz polarizada, a isomeria óptica e a produção de medicamentos configuram-se como uma aplicação dos estudos relacionados aos fenômenos da luz e da visão humana. Tais estudos fazem parte da área da Física conhecida como Óptica. A polarização da luz, assim como a difração e interferência luminosa, são fenômenos que tratam a luz na forma de onda, já que são características de processos ondulatórios. Portanto, compreender a isomeria óptica é compreender o comportamento da luz ao atravessar as substâncias denominadas opticamente ativas, da mesma forma que a luz pode ser absorvida ao passar por um tipo especial de filtro, o polarizador. A Física emerge no diálogo entre Química e Biologia no episódio histórico de LP ao subsidiar a compreensão da natureza da luz.

Acreditamos que a apresentação e a discussão do episódio histórico de LP favorecem a apropriação dos conceitos científicos inerentes aos conteúdos abordados no Ensino Médio envolvendo o estudo da isomeria óptica e da fermentação, bem como das especificidades estruturais e metabólicas dos micro-organismos, além da compreensão do sentido da visão humana.

No ensino da Biologia, a capacitação para o entendimento da vida nas mais diversas expressões constitui-se como sua essência pedagógica, podendo qualificar as relações dos sujeitos que a estudam. Nesse sentido, a biodiversidade é discutida em todo contexto investigado, sendo os seres vivos macroscópicos facilmente identificados e (re)conhecidos, enquanto os seres vivos microscópicos, na maioria das vezes, são associados pelas consequências das relações que estabelecem.

A compreensão da visão humana acessa aos estudantes a possibilidade de percepção das condições externas e internas ao corpo por meio de órgãos (a compreensão macroscópica) e células especializadas (percepção microscópica); assim como os olhos, outros órgãos dos sentidos, as narinas, a cavidade bucal, as orelhas ou a pele, captam estímulos diversos, mas as células sensoriais respectivas a cada um funcionam de maneira semelhante, “Um estímulo específico altera a permeabilidade da membrana plasmática da célula sensorial, gerando potenciais de ação que são transmitidos a nervos e conduzidos, na forma de impulsos nervosos, até o sistema nervoso central”¹².

¹² José M. Amabis & Gilberto R. Martho, *Biologia* (São Paulo: Moderna, 2009), 607.

Na interface já citada com a Química e a Física, o sentido da visão humana passa a ter significado e contexto, assim como a fisiologia humana como um todo, uma vez que é possível investigar a ação das substâncias quimicamente ativas por ação da luz, trafegando pedagogicamente da estrutura macroscópica para a célula, estrutura microscópica que realiza a fermentação enquanto processo metabólico, percebido e investigado por LP. Motivação e processo investigativo experienciados por LP contextualizam o fazer ciência de sua época, as intencionalidades e aplicações até os dias de hoje, como, por exemplo, o processo de pasteurização na indústria alimentícia.

Rodrigues (2015), em seus estudos sobre LP, que resultaram na publicação do livro “Louis Pasteur: da química à microbiologia”, salienta que:

A visão neutra da ciência, fora de um contexto crítico e da análise de documentos originais, foi construída com base em sua biografia e na falta de documentos originais. Entretanto, não se pode negar a importância da biografia de Pasteur, pois, a partir desse livro, é possível saber o que ele estava fazendo em cada época e quais eram as relações, científicas e políticas, mantidas por Pasteur. Mas essa leitura deve ser feita de maneira crítica.¹³

Na sequência deste artigo, são apresentados os resultados de uma investigação de como os livros didáticos abordam a obra e a vida de LP, considerando os pressupostos teóricos discutidos até o momento. Tais resultados são base para a SD sobre o episódio histórico de LP na interface com o ensino das Ciências, elaborada e aplicada aos alunos da Educação Básica.

EPISÓDIO HISTÓRICO DE LOUIS PASTEUR NOS LIVROS DIDÁTICOS

Na intenção da proposição de uma SD para o Ensino Médio sobre o episódio histórico de LP, foi realizada uma breve análise de três livros didáticos de Química do Ensino Médio, aprovados pelo Plano Nacional do Livro Didático (PNLD), com o objetivo de perceber o que e como eram apresentadas as informações, considerando este episódio. As obras escolhidas aleatoriamente foram as dos seguintes autores: Canto & Peruzzo¹⁴; Fonseca¹⁵; e Machado & Mortimer¹⁶. A metodologia de análise utilizada teve como base o estudo de Mota Cleophas¹⁷ intitulado “História da Ciência: Elaborando Critérios para

¹³ Ibid., 17.

¹⁴ Eduardo L. Canto & Francisco M. Peruzzo, *Química na Abordagem do Cotidiano*, 5ª ed. (São Paulo: Modema, 2009).

¹⁵ Martha R. M. da Fonseca, *Química* (São Paulo: Ática, 2013).

¹⁶ Andréa H. Machado & Eduardo F. Mortimer, *Química: Ensino Médio*, 2ª ed. (São Paulo: Scipione, 2013).

¹⁷ Glauber C. Mota & Maria das G. Cleophas, “História da Ciência: Elaborando Critérios para Analisar a Temática nos Livros Didáticos de Química do Ensino Médio,” *História da Ciência e Ensino: Construindo Interfaces* 11 (2015), <http://revistas.pucsp.br/index.php/hcensino/article/view/17476> (acessado em 05 de setembro de 2016).

Analisar a Temática nos Livros Didáticos de Química do Ensino Médio”. Resumidamente, encontram-se os resultados desta análise no quadro 1.

Quadro 1:: apresentação das informações contidas nos livros didáticos sobre o Episódio Histórico de Louis Pasteur

Livro didático	Como o episódio histórico de Louis Pasteur é apresentado
CANTO; PERUZZO (2009) - L1	Pasteur é citado como o primeiro cientista a separar uma mistura racêmica. A abordagem histórica dos estudos de Pasteur aparece de forma resumida e descontextualizada. Não consta no livro biografia nem imagens do cientista ou de seus experimentos; os cientistas em que Pasteur baseou-se para chegar a este feito não são citados e contextos políticos, sociais e econômicos são desconsiderados.
FONSECA (2013) - L2	Pasteur também é citado como o primeiro cientista a descobrir e separar uma mistura racêmica. Este livro, assim como o L1, traz uma abordagem histórica dos estudos de Pasteur resumida, descontextualizada, sem biografia e imagens. Em L2, o processo de fermentação do vinho é citado como o estudo inicial de Pasteur ao constatar e realizar a separação da mistura.
MACHADO; MORTIMER (2013) - L3	As contribuições do cientista em outras áreas como Biologia, em particular a microbiologia, são citadas, assim como o estudo inicial de Pasteur (fermentação do vinho). Neste livro, a descoberta científica é mais rica em detalhes e outros dois cientistas são citados por explicarem o fenômeno da quiralidade 26 anos mais tarde. Consta também uma figura de Pasteur trabalhando em seus estudos e ele é citado como “O primeiro a descobrir a existência de isômeros ópticos”.

A partir das análises realizadas, pode-se perceber que os livros didáticos abordam de forma resumida e descontextualizada o episódio histórico da vida e estudos de LP. Portanto, faz-se necessário, para uma abordagem significativa da História da Ciência no Ensino Médio, que os professores elaborem outros materiais didáticos, a saber: atividades práticas, vídeos, cartilhas, entre outros, considerando o fato de que os livros didáticos são insuficientes neste contexto.

A partir deste pressuposto, o Grupo em Interfaces de Pesquisa, Ensino e História da Ciência (GIPEHC), do Instituto Federal Catarinense (IFC) – Campus Araquari, em parceria com o Grupo Estudantil em Iniciação Científica (GEIC), do Colégio UNIDAVI, elaboraram atividades distintas, mas relacionadas ao episódio histórico de LP para o Ensino Médio, considerando os estudos de Rodrigues (2015).

PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Na intenção de elaborar a SD pelos dois grupos, GIPEHC e GEIC, a leitura e a discussão do livro “Louis Pasteur: da química à microbiologia”, que fez-se referência base. A SD elaborada pelo GIPEHC, destinada aos alunos do Ensino Médio, é composta por sete etapas. A primeira etapa consiste num questionário inicial, cuja finalidade é obter os conhecimentos prévios dos estudantes. As três questões elaboradas, conforme quadro 2, foram respondidas pelos estudantes por meio da ferramenta digital Mentimeter¹⁸.

Quadro 2: Questionário inicial utilizando a ferramenta digital Mentimeter

1. Os estudos de Louis Pasteur estão relacionados à quais áreas da ciência?

<input type="checkbox"/> Química	<input type="checkbox"/> Biologia	<input type="checkbox"/> Física
<input type="checkbox"/> Biologia e Química	<input type="checkbox"/> Biologia e Física	<input type="checkbox"/> Química e Física
<input type="checkbox"/> Química, Física e Biologia		

2. Das alternativas a seguir, qual (is) você relaciona com os estudos de Pasteur?

<input type="checkbox"/> Fermentação	<input type="checkbox"/> Astronomia	<input type="checkbox"/> Doenças dos bichos de seda
<input type="checkbox"/> Teoria atômica	<input type="checkbox"/> Isomeria Óptica	<input type="checkbox"/> Eletromagnetismo

3. A isomeria óptica foi um dos estudos de Pasteur, em três palavras, como você a definiria?

A segunda etapa da SD consistiu na apresentação de um vídeo¹⁹, elaborado pelo GIPEHC, sobre a vida e estudos de LP, conforme Rodrigues (2015). O objetivo foi mostrar e discutir o contexto social, político, de interesses e relacionamentos do cientista. O roteiro do vídeo trata da vida acadêmica, trajetória pessoal e científica de LP, situando em imagens: os principais locais e atividades, os cientistas envolvidos, os entraves e debates ocasionados na construção destes conceitos científicos. A figura 1 apresenta algumas cenas retiradas do vídeo.

A terceira etapa consistiu na elucidação de aspectos sobre a isomeria óptica do ponto de vista da Química. Considerando que LP comprovou a existência dos pares de substâncias por meio do estudo da polarização da luz e da hemiedria dos cristais de substâncias orgânicas, sua contribuição para o estudo dos isômeros ópticos foi muito vasta. Devido a isso, as definições de isomeria óptica, carbono quiral, estereoquímica, enantiômeros, relação entre quiralidade e atividade biológica das substâncias, entre outras, são apresentadas e discutidas.

¹⁸ Trata-se de uma ferramenta digital, que possibilita uma apresentação interativa, em que os apresentadores utilizam um questionário onde os respondentes interagem através de seus *smartphones* ou computadores pessoais. Esta ferramenta depende da rede de *internet* possibilitando que os resultados do questionário sejam mostrados em tempo real. Para mais informações: www.mentimeter.com.

¹⁹ Para a obtenção do vídeo *Louis Pasteur: Trajetória Pessoal e Científica*, contatar “anelise.luca@ifc.edu.br”.

Ainda foi observado que nos primeiros anos de trabalho, LP dedicou-se às pesquisas sobre a relação entre a composição química dos compostos orgânicos, a estrutura cristalina e a atividade óptica dos cristais, e que estes estudos lhe renderam sua tese na área da Física. Como quarta etapa da SD, a explicação da definição de luz fez-se necessária, “[...] como um pacote de energia que, nas suas interações com a matéria, apresenta dois aspectos: em certas interações se comporta como partícula, em outras se comporta com onda”²⁰. O comportamento ondulatório da luz e o fenômeno da polarização, tendo em vista a conexão com o estudo realizado por LP sobre Isomeria Óptica, são explicados a partir de animações da Internet.

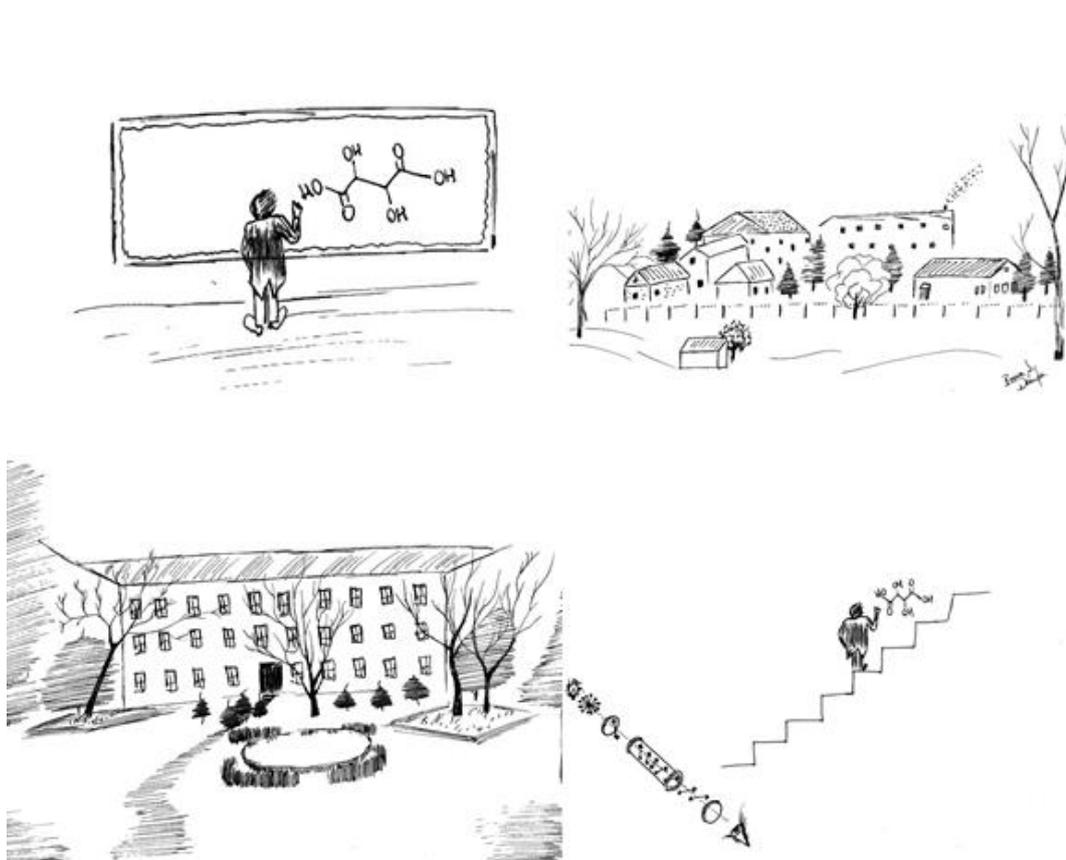


Figura 1: Cenas do vídeo sobre vida e obra de LP, elaborado pelo GIPEHC²¹

A partir dos conceitos discutidos pelas áreas da Química e da Física sobre a Isomeria Óptica, a quinta etapa foi a realização de um experimento demonstrativo, cujo objetivo foi evidenciar o desvio da luz polarizada através de uma substância opticamente ativa. Para esta proposta de experimento, podem

²⁰ Grupo de Reelaboração do Ensino de Física, GREF, *Física 2: Física Térmica, Óptica*, 5ª ed. (São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002), 199.

²¹ Fonte: acervo dos autores.

ser utilizados materiais do cotidiano e alternativos, tais como: solução de frutose ou glicose, 1,5 M, em um frasco de vidro, uma fonte de luz polarizada de cor branca (imagem em branco em um *smartphone*) e um filtro polarizador (segunda película de um monitor de LCD). O desvio da luz é visualizado mantendo-se o *smartphone* parado, enquanto o frasco contendo a solução de frutose ou glicose é posicionado entre o *smartphone* e o filtro polarizador, e este último é rotacionado em diferentes inclinações, como demonstrado na figura 2.

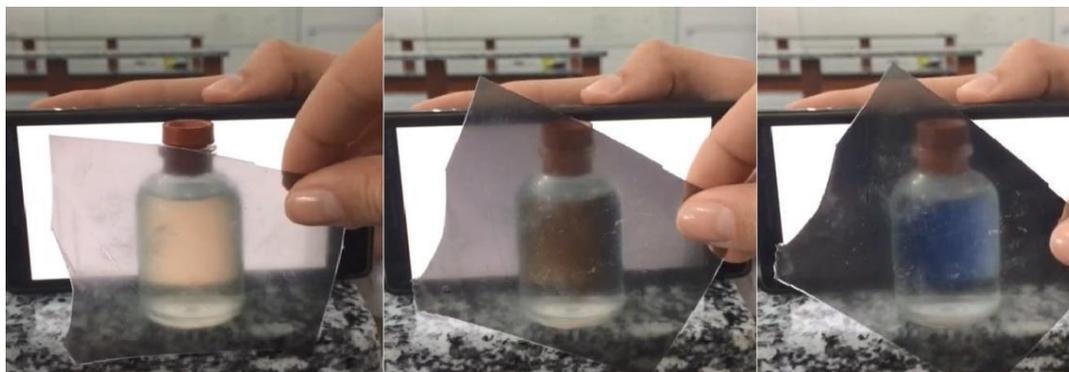


Figura 2: Imagens do experimento: desvio da luz polarizada²²

A sexta etapa da SD foi a leitura de recortes do livro “Louis Pasteur: da química à microbiologia” em pequenos grupos (3 a 4 participantes) com o objetivo de identificar e relacionar estes recortes às três esferas de análise: epistemologia, historiografia e contexto (ciência e sociedade)²³. A sétima e última etapa foi a apresentação dos conhecimentos sistematizados. Para obter as percepções dos estudantes sobre a SD e como forma de avaliação da mesma, um questionário estruturado com cinco questões, das quais três fechadas e duas abertas, foi aplicado. O quadro 3, apresenta o questionário avaliativo da SD.

Enquanto isso, o GEIC realizou, a partir da leitura do livro já citado, discussões de temas como micro-organismos e parasitologia, que envolvem a contribuição da Biologia para a proposta desta sequência didática, integrando a sexta etapa. Estes são investigados por pequenos grupos de estudantes a partir de uma pergunta elaborada pelos mesmos ou apresentada pelo professor.

O resultado da investigação é compartilhado na forma de seminários, que podem se desdobrar em novas ações, como práticas de microscopia, encontros com técnicos relacionados aos temas (médicos veterinários, produtores de leite, empresários do ramo de laticínios, médicos infectologistas, bioquímicos, engenheiros representantes de equipamentos de esterilização, como pasteurizadores, entre outros), saídas a campo (processos produtivos rurais, industriais, instituições de atendimento -

²² Fonte: acervo dos autores.

²³ Beltran, Saito & Trindade, 46.

postos de saúde, hospitais, laboratórios de análises clínicas) e pesquisas didáticas em diversos suportes, como livros (bibliotecas), internet (laboratórios de informática, NTICs) e periódicos das áreas envolvidas.

Cada ação desenvolvida resultou em registros específicos que compuseram um portfólio. Com o objetivo de significar os conceitos científicos apresentados neste episódio histórico, estudos de caso relacionados com problemáticas reais, como o caso da Talidomida, foram explorados por todas as áreas envolvidas.

Quadro 3: Questionário avaliativo da SD.

1. O vídeo apresentado sobre a vida e as contribuições de Louis Pasteur auxiliaram na compreensão dos conceitos de isomeria óptica?
 sim, auxiliou muito sim, foi significativo não observei relação

2. Como a apresentação da história de Louis Pasteur ajudou você a compreender a isomeria óptica?

3. Na abordagem da isomeria óptica apresentada, foram importantes as explicações advindas da área da Física, sobre o que é luz polarizada, na compreensão deste fenômeno?
 sim, contribuiu muito não, contribuiu pouco

4. A sequência didática apresentada contribui para a aprendizagem de conceitos da Química, da Física e da Biologia?

5. Dos conceitos apresentados a seguir, quais você conseguiu entender e relacionar com o seu cotidiano, a partir da sequência didática?
 luz enantiômeros isomeria óptica
 polarização outros: _____

APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA: PERCEPÇÕES E COMPREENSÕES

A SD estruturada pelo GIPEHC foi aplicada em forma de oficina para estudantes do Ensino Técnico Integrado e licenciandos em Química do e no IFC – *Campus Araquari*.

A partir dos dados coletados por meio do questionário inicial, identificados pela ferramenta digital Mentimeter, percebeu-se que 40% dos estudantes associaram os estudos de LP com as áreas Biologia, Química e Física, 40% relacionaram com a Biologia e a Química e 20%, com a Química e a Física, conforme a figura 3.

Estes resultados são uma indicação da importância da abordagem deste episódio histórico numa perspectiva interdisciplinar no Ensino Médio, considerando a contextualização dos conceitos muitas

vezes apresentados sem significado e/ou desconectados epistemologicamente. Evidenciando que a “[...] história da ciência estabelece interfaces com outras áreas pela própria natureza do seu objeto”²⁴.

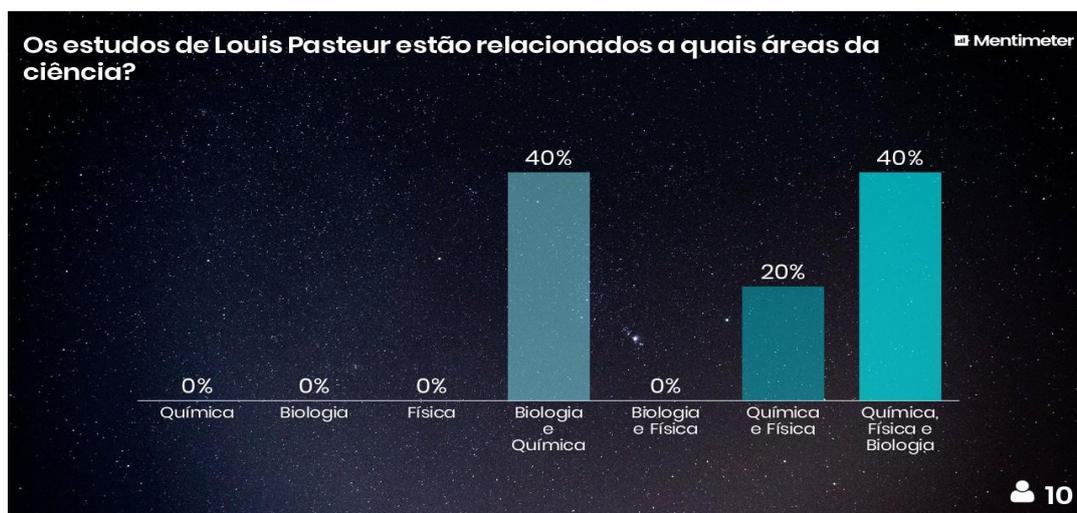


Figura 3: Resultados da primeira questão aplicada aos estudantes.²⁵

Ao serem questionados sobre quais estudos (conteúdos) estão relacionados com LP, 100% dos estudantes identificaram a fermentação, 43% assinalaram ainda a isomeria óptica e 36%, a doença do bicho da seda, conforme figura 4.



Figura 4: Resultados da segunda questão aplicada aos estudantes.²⁶

²⁴ Ibid., 17.

²⁵ Fonte: acervo dos autores.

²⁶ Fonte: acervo dos autores.

O conteúdo de fermentação é mais explorado nas aulas de Biologia, constatado na análise dos livros didáticos e no discurso dos professores, o que faz com que os estudantes sejam influenciados por esta ideia conforme evidenciado nas respostas dos mesmos. No entanto, “[...] o que levou Pasteur a considerar a fermentação como um processo causado pela ação de um microrganismo, um ser vivo, foram suas observações sobre as propriedades ópticas e cristalográficas de certas substâncias.”²⁷, fato este que revela a contribuição da Física para os estudos de LP. A Histórica da Ciência torna-se fundamental uma vez que busca mostrar o processo de construção do conhecimento de forma não linear, considerando os debates, entraves e outros pesquisadores que contribuíram para o desenvolvimento científico, posto de forma simplista nos livros didáticos.

Quando desafiados a relacionar palavras com a isomeria óptica, terceira pergunta do questionário diagnóstico, as palavras mais associadas e relevantes para este estudo foram: visão, cor, luz e igualdade. Os resultados são apresentados na figura 5. As palavras destacadas, visão, cor e luz, estão intimamente vinculadas com os estudos da Óptica, uma área da Física. Assim, por mais que LP seja lembrado como um pesquisador da área biológica, pelos estudos sobre a fermentação e doenças dos bichos da seda, majoritariamente a Física emerge como fundamental para a compreensão deste tema.



Figura 5: Resultados da terceira questão aplicada aos estudantes.²⁸

O vídeo *Louis Pasteur: trajetória pessoal e científica* propiciou um panorama sobre as questões historiográficas, epistemológicas e sociológicas. A partir dos dados coletados do questionário avaliativo, constatou-se que para 92% dos participantes da oficina, o vídeo apresentado sobre a vida e as

²⁷ Rodrigues, 34.

²⁸ Fonte: acervo dos autores.

contribuições de LP auxiliou muito e foi significativo para a compreensão dos conceitos de isomeria óptica. Quando questionados sobre como a apresentação do vídeo ajudou na compreensão desses conceitos, duas respostas destacam-se, identificadas por P1 e P2: *“Ajuda a compreender porque antes de falar da isomeria foi possível conhecer o contexto social no qual ela foi sendo compreendida”* P1, e *“Nos processos realizados por ele, além do mais, ao ver que ele usou outros campos para estudar este assunto”* P2. Para P1 e P2, a História da Ciência promoveu uma compreensão contextualizada e interdisciplinar.

Também foi possível perceber que as explicações advindas sobre a luz polarizada contribuíram muito para o entendimento de isomeria óptica, fato este constatado em 100% das respostas, o que ratificou o quanto é imprescindível a abordagem interdisciplinar, o quanto um conceito, normalmente trabalhado nas escolas de Educação Básica tratado pela Química, necessita de outras áreas do conhecimento para uma compreensão ampla e não reducionista, pois “[...] a interdisciplinaridade emerge como uma possibilidade de conhecer que requer aberturas, encontros e diálogos possíveis, a partir de uma lógica que une e relaciona”.²⁹

Da mesma forma, quando questionados sobre se a SD apresentada contribuiu para a aprendizagem de conceitos da Química, da Física e da Biologia, os participantes foram unânimes ao responder afirmativamente. Destacam-se as respostas de P1, P2 e P3: *“Sim. Mostrou que os conhecimentos são dinâmicos e acontecem (podem ser observados ao mesmo tempo) em diferentes áreas do conhecimento.”* P1, *“Sim. A forma como se complementam.”* P2, e *“Sim, a visão de cada área e a explicação foi muito importante.”* P3.

A realização do experimento propiciou a visualização do comportamento da luz polarizada no momento que atravessa uma substância opticamente ativa, no caso a frutose ou a glicose. Para a oficina, o experimento foi aperfeiçoado de acordo com Bagatin (2005)³⁰. A figura 6 mostra uma foto no momento da realização do experimento. Prática esta destacada por três dos participantes da oficina, no questionário avaliativo, denominados de P3, P4 e P5: *“Sim. Ainda mais com a prática, algo que não se teria tão facilmente em sala. Foi incrível!!!!”* P3, *“Mostrando como funciona, a estrutura, no que interfere, como por exemplo moléculas com carbono que possuem ‘reflexo’ mudando sua função”* P4, e *“A relação de saber a estrutura da molécula com a função dessa molécula. Onde sua diferença do desvio da luz irá influenciar nas substâncias por exemplo que o organismo consegue absorver e sintetizar”* P5.

As afirmativas dos estudantes possibilitaram algumas compreensões. Na resposta de P3, percebe-se a importância da atividade experimental no entendimento da isomeria óptica e o quanto o

²⁹ Ecleide C. Furlanetto, “Interdisciplinaridade: Uma Epistemologia de Fronteiras,” in *Interdisciplinaridade e Transdisciplinaridade: Políticas e Práticas de Formação de Professores*, org. Margaréte M. Bekenbrock-Rosito & Celia M. Haas (Rio de Janeiro: Wak Editora, 2014), 73.

³⁰ Olga Bagatin et al., “Rotação de Luz Polarizada por Moléculas Quirais: Uma Abordagem Histórica com Proposta de Trabalho em Sala de Aula,” *Química Nova na Escola* 21 (2005): 34-38.

professor precisa viabilizar em sala de aula práticas como estas, contextualizando o conhecimento. Nas respostas de P4 e P5, constata-se a compreensão, por parte dos participantes, dos conceitos envolvendo a isomeria óptica a partir das contribuições da Química, da Física e da Biologia, juntamente com a prática experimental.



Figura 6: Imagem do experimento realizado.³¹

A SD foi finalizada com a confecção das três esferas estruturais da História da Ciência (epistemologia, historiografia e contexto - ciência e sociedade) para o episódio histórico trabalhado. Nesta etapa, a percepção dos ministrantes da oficina acerca da leitura do texto base e da construção das três esferas não foi algo trivial, mas proporcionou uma visão ampla da nova abordagem historiográfica, que “[...] propõe mapear e contextualizar os conhecimentos do passado, considerando-se não só as continuidades, mas também as descontinuidades”³².

No GEIC, a leitura da referência base foi feita coletivamente durante os encontros. Discussões foram surgindo e anotações sendo feitas de modo a subsidiarem o tema conceitual relacionado, apresentado em seminários pelos pequenos grupos de estudantes.

Foi possível acompanhar o “caminho do leite” desde um produtor rural até uma queijaria e, desta, para postos de venda já na conformação de diferentes queijos, por meio de saídas a campo, além de palestras com os diversos sujeitos envolvidos: o produtor rural, o empresário da queijaria, o médico veterinário representante do órgão fiscalizador de produção de alimentos de origem animal competente no estado de Santa Catarina e fiscais da Vigilância Sanitária local.

Os registros específicos a cada atividade foram elaborados, constituindo instrumentos de avaliação basicamente conceitual e procedimental; a avaliação atitudinal ocorreu fundamentalmente a partir da participação em cada atividade e cumprimento das mesmas.

³¹ Fonte: acervo dos autores.

³² Beltran, Saito & Trindade, 46.

Entre os registros elaborados pelos estudantes do GEIC, estão as esferas da nova historiografia da Ciência, apresentadas na figura 7.



Figura 7: Esferas construídas pelos estudantes do GEIC.³³

A avaliação dos estudantes é um processo contínuo ao longo de todas as ações propostas, havendo atribuições individuais e compartilhadas pelas áreas envolvidas na sequência didática, considerando, sempre que possível, conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais conjuntamente na ação. É importante destacar que as abordagens conceituais e procedimentais das três áreas do saber, apresentadas neste texto de forma contínua, podem acontecer em conjunto ou paralelamente nas aulas curriculares isoladas ou, ainda, em aulas compartilhadas.

O QUE FOI POSSÍVEL CONSIDERAR?

Pensar uma proposta para a Educação Básica é desafiador. Mais ainda quando a dinâmica envolve a formação de professores: pensar, para os estudantes, propostas da História da Ciência na interface com o ensino. Mediante a aplicação da SD foi possível perceber que a proposta suscitou um novo olhar para o episódio histórico de LP, considerando a historiografia, a epistemologia e a contextualização, permitindo aos sujeitos vê-lo com os olhos do passado.

Os temas apresentados no vídeo viabilizaram discussões sobre a vida particular e o percurso da construção do conhecimento científico, mostrando os entraves das pesquisas, continuidades e descontinuidades de vários conceitos científicos estudados por LP e que, nas vezes em que são

³³ Fonte: acervo dos autores.

abordados em sala de aula, enfatizam uma ciência linear e descontextualizada. A atividade experimental contribuiu para percepção visual de quando moléculas opticamente ativas provocam o desvio da luz. Além disso, o movimento de ideias propiciado durante o experimento abriu o debate para discussões sobre como tais moléculas reagem fisiologicamente ou não.

A Física, a Química e a Biologia são contempladas por meio de leituras, práticas experimentais, pesquisas bibliográficas ou a campo. Essas atividades proporcionaram abordagens e discussões das três áreas acerca da compreensão sobre a luz, a isomeria óptica e suas consequências biológicas, além da biodiversidade micro e macroscópica. Conceitos fundamentais para os estudos de LP, mas também importantes para o estudante tanto da Educação Básica quanto da Licenciatura, na compreensão da construção do conhecimento não como algo pronto e acabado, nem tampouco simplista, reducionista e até mesmo instantâneo.

SOBRE OS AUTORES:

Anelise Grünfeld de Luca

Instituto Federal Catarinense – IFC (*campus* Arquari)

(e-mail: anelise.luca@ifc.edu.br)

Sandra Aparecida dos Santos

Centro Universitário para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí – UNIDAVI

(e-mail: esasandra@unidavi.edu.br)

Iara Maitê Campestrini

Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC (*campus* Jaraguá do Sul/Rau)

(e-mail: iara.campestrini@ifsc.edu.br)

Gabriel Cristiano Walz

Instituto Federal Catarinense – IFC (*campus* Arquari)

(e-mail: gabrielcristianowalz@gmail.com)

Gabriela Hoffmann Luciano

Instituto Federal Catarinense – IFC (*campus* Arquari)

(e-mail: gabihoff18@hotmail.com)

Jéssica Caroline Albano

Instituto Federal Catarinense – IFC (*campus* Arquari)

(e-mail: jessica_albano12@hotmail.com)

Artigo recebido em 30 de setembro de 2017
Aceito para publicação em 15 de fevereiro de 2018