

## E a história da ciência serve para...? A superação de obstáculos epistemológicos associados ao ensino sobre microrganismos a partir de um episódio da história da ciência

*And the history of science serves to...? Overcoming  
epistemological obstacles associated with teaching about  
microorganisms from an episode in the history of science*

Guilherme Mulinari | Universidade Federal de Santa Catarina

[guilherme.mulinari@gmail.com](mailto:guilherme.mulinari@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-7752-0819>

**RESUMO** Objetivou-se com este ensaio apresentar um episódio da história da ciência e discutir de que maneiras o seu uso poderia auxiliar na superação de obstáculos epistemológicos associados ao ensino sobre microrganismos. A partir da discussão do episódio da história da ciência podemos refletir que a construção de conhecimentos sobre os microrganismos emerge de questões e problemas cotidianos; o senso comum e as generalizações que associam os microrganismos às doenças são resultantes de prioridades e impactos da ciência e do conhecimento científico, e que a discussão de episódios da história da ciência incita a construção de propostas interdisciplinares em sala de aula.

**Palavras-chave** ensino sobre microrganismos – história da ciência – obstáculos epistemológicos.

**ABSTRACT** *This essay aims to present an episode in the history of science and discuss how its use could help overcoming epistemological obstacles associated with the teaching of microorganisms. From the discussion of this historical episode, we can conclude that the construction of knowledge about microorganisms emerges from daily issues and problems; the common sense and the generalizations that associate microorganisms with diseases are the result of priorities and impacts of science and scientific knowledge; and that the discussion of historical episodes encourages the construction of interdisciplinary proposals in classroom.*

**Keywords** *teaching about microorganisms – history of science – epistemological obstacles.*

## Introdução

Etimologicamente, a palavra microbiologia deriva do grego: *mikros* (pequeno), *bios* (vida) e *logos* (estudo). A microbiologia é uma área do conhecimento científico, acadêmico e escolar que estuda os microrganismos em atividade biológica, suas mais variadas formas e estruturas bioquímicas, seus meios de reprodução e propagação, além das interações destes seres com seus possíveis hospedeiros (Pelczar, Chan e Kreig, 1996). Bactérias, fungos, protozoários, vírus e algas unicelulares estão entre os principais grupos estudados pela microbiologia, os quais são mais facilmente observados com o auxílio de aparatos tecnológicos como microscópios e lupas (Tortora, Funke e Case, 2017).

Tratando-se do contexto escolar, destacam Cassanti et al. (2008) e Moresco et al. (2017) que estudar e compreender aspectos relacionados aos microrganismos é de grande relevância para a formação dos alunos. Essa relevância se justifica pela necessidade de formar alunos que compreendam que esses minúsculos seres fazem parte de seu dia a dia, inclusive podendo estar relacionados às questões que envolvam a higiene pessoal, saúde, prevenção e cura de doenças, produção de alimentos, biotecnologia, assim como a manutenção de todo o meio ambiente (como no caso dos ciclos biogeoquímicos). Com isso, a partir dos estudos sobre os microrganismos, espera-se que os alunos possam “analisar eventos cotidianos, resolver problemas, opinar criticamente e ler o mundo à luz da microbiologia” (Moresco et al., 2017, p. 437), aperfeiçoando e consolidando o exercício da cidadania (Zompero, 2009).

Contudo, é comum nos depararmos com investigações da área de educação e ensino que apontam a existência de alguns entraves para a efetividade do ensino sobre microrganismos em âmbito escolar, os quais são compreendidos, nesta investigação, como obstáculos epistemológicos. Bachelard (1996), em sua obra *A formação do espírito científico*,<sup>1</sup> destaca que os obstáculos epistemológicos surgem quando noções e percepções consideradas errôneas, inadequadas ou incompletas resistem à outras formas de conhecimento – no presente caso o científico – dificultando, assim, certos processos de ensino-aprendizagem. Neste contexto, o mesmo autor afirma que os obstáculos epistemológicos são inerentes ao processo de construção dos conhecimentos e, por este motivo, afirma que “A noção de obstáculo epistemológico pode ser estudada no desenvolvimento histórico do pensamento científico e na prática da educação. Em ambos os casos, esse estudo não é fácil” (Bachelard, 1996, p. 21).

Bachelard (1996) considera que todos os sujeitos (alunos ou não) expressam valores, intuições, hábitos e definições prévias durante a análise e compreensão dos fenômenos que os cercam. O mesmo autor acrescenta que os adolescentes entram em sala de aula com diversos conhecimentos previamente construídos, os quais podem resistir às novas formas de compreender os fenômenos. Neste sentido, afirma o autor que, para superar tais resistências, devemos “colocar a cultura científica em estado de mobilização permanente, substituir o saber fechado e estático por um conhecimento aberto e dinâmico” (Bachelard, 1996, p. 24).

1 Para Bachelard (1996) o espírito científico é aquele movido pelo questionamento; que se opõe às formas de conhecimento ditas incontestáveis; é um espírito inquieto, desconfiado e que busca a partir de novos questionamentos encontrar dados e argumentos cada vez mais precisos. Desta forma, o espírito científico se forma a partir da superação dos obstáculos, sendo a acomodação considerada um dos principais fatores capazes de destruir qualquer espírito científico em transformação (Bachelard, 1996).

Neste ensaio, nos debruçaremos sobre *três obstáculos epistemológicos* associados ao ensino sobre microrganismos descritos pela literatura, sendo eles: i) associados à ausência de relações estabelecidas entre os microrganismos e a *vida cotidiana* dos alunos; ii) vinculados à leitura e percepção de que os microrganismos são exclusivamente *causadores de doenças* e; iii) relacionados à ideia de que os microrganismos são *estudados apenas nas disciplinas de ciências* (no Ensino Fundamental) e *biologia* (no Ensino Médio).

Diversos autores relatam que, há pelo menos duas décadas, a grande maioria dos alunos em idade escolar não consegue descrever com clareza onde se encontram os microrganismos, principalmente pela desconexão destes com os mais variados eventos cotidianos (Zompero, 2009; Albuquerque, Braga e Gomes, 2012; Pessoa et al., 2012; Kimura et al., 2013; Azevedo e Sodré, 2014; Toledo et al., 2015; Sodré Neto e Vasconcelos, 2017). Esses mesmos autores apontam, ainda, que não é comum os alunos associarem os microrganismos aos alimentos ingeridos, ao solo, à água e ao ar, tampouco os relacionam às funções vitais do próprio corpo, à indústria, ou à biotecnologia. Apesar dessa reduzida frequência de relação entre os microrganismos e o cotidiano, Baggio e Lorencini Júnior (2019, p. 39) afirmam que os “conteúdos contextualizados e próximos da realidade do educando despertam o interesse e motivam a aprendizagem”.

A literatura aponta, ainda, que quando os microrganismos se tornam objeto de estudo em sala de aula, geralmente estão acompanhados de uma leitura exclusivamente negativa. Ou seja, aquela que os compreende exclusivamente como seres causadores de doenças. Tortora, Funke e Case (2017) destacam que apenas 3% dos microrganismos já identificados são potencialmente patogênicos. Em âmbito escolar, autores apontam que os microrganismos são majoritariamente estudados enquanto agentes infecciosos e, portanto, interpretados apenas como seres que devem ser evitados por meio de medidas de higiene e asseio (Cassanti et al., 2008; Zompero, 2009; Silva e Bastos, 2012; Toledo et al., 2015; Oliveira, Azevedo e Sodré Neto, 2016; Sodré Neto e Vasconcelos, 2017; Rosa, Festozo e Vera, 2021). Albuquerque, Braga e Gomes (2012, p. 60-61) apontam que quando os alunos são instigados a dissertar sobre bactérias e fungos, por exemplo:

instantaneamente reduzem estes organismos a doenças e bolor respectivamente. Essa ideia reducionista que os alunos fazem sobre esses seres, os impede de lembrar da imensa variedade de microrganismos presentes em nosso planeta e que apesar de trazerem alguns malefícios, a vida de diversos organismos é dependente da existência dessas formas de vida minúsculas.

Neste contexto, também afirmam Oliveira e Morbeck (2019, p. 456) que

tão importante quanto explicar a existência, a diversidade e a ampla distribuição dos microrganismos, é enfatizar o importante papel que eles possuem no equilíbrio ecossistêmico, abolindo a relação unicamente negativa que é feita sobre os mesmos.

Soma-se a esse cenário complexo a quase inexistente interdisciplinaridade que o tema necessitaria para as atividades de sala de aula. Apesar das disciplinas de biologia (no Ensino Médio) e ciências (no Ensino Fundamental) serem as áreas mais comumente encarregadas de desenvolver estudos sobre os microrganismos (Cassanti et al., 2008; Sodré Neto e Medeiros, 2018), diversos estudiosos defendem que a microbiologia seja estudada de forma interdisciplinar, principalmente por possibilitar uma leitura mais complexa e dinâmica do conteúdo ministrado

em sala de aula (Toledo et al., 2015; Gavinho e Silva, 2016; Santos et al., 2017; Sodré Neto e Medeiros, 2018; Guimarães et al., 2019; Ribeiro, 2020).

Ao relatarem pouca interdisciplinaridade, Santos et al. (2017) destacam que alguns dos conteúdos tradicionais da disciplina de química (como cinética, termodinâmica e produção do etanol) poderiam acrescentar aos estudos sobre os microrganismos, uma vez que são conteúdos relacionados à fermentação biológica. Dorta, Sousa e Muramatsu (2016) incentivam que conteúdos vinculados à disciplina de física (como calor, difração e interferência da luz) passem a compor os estudos que objetivam compreender mecanismos de propagação e controle de microrganismos. Por fim, Ribeiro (2020) propôs em seu trabalho a implementação de uma mostra temática que envolveu toda a comunidade escolar, a qual teve como principal objeto de discussão os microrganismos. O mesmo autor narra que os alunos de uma escola desenvolveram *38 projetos diferentes* para a mostra temática, os quais mesclavam conhecimentos de áreas da ciência da natureza (biologia, química e física) com conhecimentos e saberes de outras disciplinas que costumeiramente não abordam os microrganismos, como artes, geografia, matemática e história.

Aponta a literatura que algumas são as estratégias que poderiam auxiliar na superação dos obstáculos associados ao ensino sobre microrganismos em âmbito escolar. Dentre elas, pode-se destacar: i) a inserção de atividades práticas, investigativas e experimentais desenvolvidas em sala de aula ou em laboratórios de ciências (Ferreira, 2010; Silva e Bastos, 2012; Azevedo e Sodré, 2014; Cândido et al., 2015; Souto et al., 2015; Marques, 2017; Moresco et al., 2017; Santaren et al., 2018; Scandorieiro et al., 2018; Oliveira e Morbeck, 2019); ii) a detecção inicial, e posterior reconstrução, das noções prévias e equivocadas que os estudantes detêm sobre os microrganismos (Zompero, 2009; Azevedo e Sodré, 2014; Brum, 2014) e; iii) a utilização e produção de materiais de divulgação científica (como revistas e jornais), assim como a elaboração e discussão de audiovisuais e músicas em sala de aula (Barbosa e Oliveira, 2015; Fraga e Rosa, 2015; Antonio, 2016; Paixão et al., 2017; Bôas, Nascimento Júnior e Moreira, 2018). Com isso, pensar em diferentes estratégias didático-pedagógicas se torna um caminho promissor para se alcançar uma maior efetividade do ensino sobre microrganismos, principalmente para que este conteúdo não seja ministrado de maneira exclusivamente conceitual, teórica e memorísticas (Azevedo e Sodré, 2014; Brum, 2014).

Para esse ensaio, propõe-se a inserção de outra estratégia em sala de aula: a utilização e discussão de episódios da história da ciência. Há pelo menos três décadas autores incentivam a inclusão da história da ciência no currículo escolar. Krasilchik (1987) e Tesser (1995) consideram que o uso da história da ciência em sala de aula poderia proporcionar o rompimento com uma ciência baseada na aplicação de fórmulas, leis e conceitos prontos e inalteráveis. Os mesmos autores destacam que as aulas balizadas pela história da ciência poderiam romper com um ensino centrado apenas no produto (conhecimento validado e difundido), uma vez que se viabiliza, também, a discussão dos meios em que foram elaborados, sistematizados e construídos os conhecimentos científicos. Martins (2006, p. 21-22) afirma que:

O estudo adequado de alguns episódios históricos permite compreender as interrelações entre ciência, tecnologia e sociedade, mostrando que a ciência não é uma coisa isolada de todas as outras, mas sim faz parte de um desenvolvimento histórico, de uma cultura, de um mundo humano, sofrendo influências e influenciando por sua vez muitos aspectos da sociedade.

Para o desenvolvimento deste ensaio, foi elaborado um episódio da história da ciência associado à trajetória de um pesquisador mundialmente conhecido também por seus estudos sobre os microrganismos: Louis Pasteur. Sabe-se que os estudos deste pesquisador percorreram as áreas da cristalografia, fermentação, geração espontânea, doença do bicho-da-seda, raiva, cólera das aves, antraz, entre outros, e foram importantes para diversas áreas do conhecimento científico (Rodrigues, 2015; Luca et al., 2018). Pasteur é considerado um dos principais pesquisadores<sup>2</sup> da “Idade de Ouro da microbiologia” (1857-1914) (Tortora, Funke e Case, 2017, p. 7), período em que esteve desenvolvendo muitos de seus relevantes trabalhos.

A escolha desse pesquisador se deu pela sua aproximação com os estudos sobre microrganismos e, também, por ser um personagem da história da ciência encontrado com certa frequência em livros didáticos de física, química e biologia (Crudeli e Viana, 2018; Luca et al., 2018). Vale destacar que Pasteur é um pesquisador encontrado em documentos oficiais que já objetivaram orientar o ensino escolar, destacando-se os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) ao relatarem que “a história do conhecimento sobre os micróbios, com destaque para Pasteur [...], poderá trazer esclarecimento e interesse nos estudos da natureza do conhecimento científico” (Brasil, 1998, p. 105).

Além disso, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) compreende os microrganismos enquanto objetos de conhecimento da educação básica. Dentre as habilidades requisitadas sobre este tema, busca-se nas atividades escolares que os alunos consigam “verificar a participação de microrganismos na produção de alimentos, combustíveis, medicamentos, entre outros”, bem como “relacionar a participação de fungos e bactérias no processo de decomposição, reconhecendo a importância ambiental desse processo” (Brasil, 2018, p. 339). Além disso, a BNCC apresenta, dentre as competências gerais da educação básica, a necessidade de se “valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade” (Brasil, 2018, p. 9), ressaltando, ainda mais, a importância e relevância de se discutir a história da produção dos conhecimentos científicos em sala de aula.

Do exposto, é possível identificar que o ensino sobre microrganismos em âmbito escolar ainda encontra alguns entraves que dificultam – e até mesmo impossibilitam – uma análise mais complexa e dinâmica sobre a presença e o papel desempenhado por estes minúsculos seres nos mais variados setores da vida coletiva e individual. Nesse sentido, ao compreendermos a história da ciência como um potente instrumento reflexivo para atividades de sala de aula, o presente ensaio objetiva apresentar um episódio da história da ciência e discutir de que maneira o seu uso poderia auxiliar na superação de obstáculos epistemológicos associados ao ensino sobre microrganismos.

## Seleção e análise de produções acadêmico-literárias

Para este ensaio foram selecionadas sete obras que auxiliaram a construção do episódio da história da ciência associado à trajetória de Louis Pasteur, como mostra o Quadro 1.

2 Juntamente com Ferdinand Cohn e Robert Koch (Tortora, Funke e Case, 2017).

**Quadro 1:** livros utilizados para a construção do episódio da história da ciência vinculado à trajetória de Pasteur

Autor(a)	Título	Editores e edição	Ano
Garozzo, F.	<i>Os homens que mudaram a humanidade: Louis Pasteur</i>	Editora Três, 1ª ed.	1974
Birch, B.	<i>Personagens que mudaram o mundo; O grande cientista: Louis Pasteur</i>	Editora Globo, 2ª ed.	1993
Santos, N. de Q.	<i>Infecção hospitalar: uma reflexão histórico-crítica</i>	Editora da UFSC, 1ª ed.	1997
Johnson, H.	<i>A história do vinho</i>	Companhia das Letras, 1ª ed.	1999
Bueno, E.	<i>À sua saúde: a vigilância sanitária na história do Brasil</i>	Ag. Nacional de Vigilância Sanitária, 1ª ed.	2005
Scliar, M.	<i>Do mágico ao social: trajetória da saúde pública</i>	Editora Senac, 2ª ed.	2005
Rodrigues, S. P.	<i>Louis Pasteur: da química à microbiologia</i>	Editora Livraria da Física, 1ª ed.	2015

Fonte: elaborado pelo autor.

A seleção deste material ocorreu a partir de uma busca no acervo de livros disponíveis na Biblioteca Central e nas Bibliotecas Setoriais da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). A seleção destes livros foi inicialmente feita por meio de uma busca no portal da biblioteca,<sup>3</sup> utilizando-se das palavras-chave "Louis Pasteur", "Pasteur", "microrganismo", "microrganismos", "micro-organismo", "micro-organismos", "micróbio", "micróbios" e "microbiologia" separadas e combinadas entre si. Dentre os achados desta pesquisa, foram selecionados apenas os livros que direta e indiretamente apresentam em seu texto alguma informação sobre a trajetória do pesquisador.

Após a leitura na íntegra de cada uma das obras selecionadas, foram elaboradas sete linhas cronológicas distintas. Tais linhas foram cruzadas entre si e esse cruzamento resultou no episódio da história da ciência a ser apresentado na seção seguinte deste ensaio. Durante a montagem deste episódio da história da ciência associado à trajetória de Louis Pasteur, buscou-se explicitar e evidenciar os momentos que poderiam instrumentalizar a superação dos obstáculos epistemológicos associados ao ensino sobre microrganismos apontados anteriormente.

## Um episódio da história da ciência: a trajetória de Louis Pasteur

Louis Pasteur iniciou sua carreira acadêmico-científica no ano de 1845, após ser nomeado *assistente de Laboratório de Química* na *École Normale* em Paris, permanecendo neste cargo até obter seu título de doutor em ciências. Na época, os estudos de Pasteur resultaram em *duas teses* diferentes, *uma de química e uma de física* (Garozzo, 1974; Rodrigues, 2015), as quais tinham como objeto de pesquisa, respectivamente, a saturação do ácido arsênico e a cristalografia.<sup>4</sup> Dentre os anos de 1847 e 1848 Pasteur esteve focado nos estudos sobre o ácido tartárico e

3 Disponível em: <https://portal.bu.ufsc.br>. Acesso em: 2 dez. 2022.

4 Cristalografia, originalmente um ramo da mineralogia, é uma área científica relativa aos estudos e descrição de cristais, no que compete sua composição, estrutura, arranjo e reações com outros elementos (Tilley, 2014).



paratartárico, pares isomórficos que participam, principalmente, dos processos de *produção e maturação de vinhos*. Além disso, nessa época, tais *compostos também eram utilizados tanto na medicina quanto no processo de tingimento de vestimentas à base de lã* (Rodrigues, 2015).

Como aponta Johnson (1999), nessa época, o vinho era um dos principais produtos comercializados na Europa e o século XVIII passa a ser considerado a Idade de Ouro dos vinhos produzidos em solo francês. Além disso, esse mesmo autor aponta que entre os anos de 1825 e 1850 a área francesa ocupada por vinhedos duplicou, momento em que o consumo de vinho crescia sem parar em toda a Europa. Contudo, na década de 1850 se iniciou uma das *maiores crises*<sup>5</sup> *da indústria do vinho* (Johnson, 1999). Conforme Rodrigues (2015), nessa época, Pasteur passou a se interessar pela problemática industrial principalmente por sua *relação com outros pesquisadores*<sup>6</sup> *próximos de Luís Napoleão*. Nesse sentido, Pasteur passou a utilizar de seus conhecimentos sobre as transformações químicas e sobre os cristais orgânicos para iniciar a busca por soluções à crise da indústria dos vinhos daquela época.

Em 1854 Pasteur se muda para Lille, tornando-se professor de química da recém-fundada Faculdade de Ciências. Lille era uma cidade muito próspera na França e conhecida por sua extensa *fabricação de álcool*<sup>7</sup> *por meio da beterraba* (Garozzo, 1974; Birch, 1993; Rodrigues, 2015). Sabe-se que os primeiros *estudos sobre a fabricação do álcool e a vinificação* foram conduzidos quase que exclusivamente *por químicos*, mas observava-se neste fenômeno um campo de controvérsias entre as concepções biológicas e químicas do processo (Rodrigues, 2015).

No ano de 1856, um fabricante de álcool de Lille pede conselhos à Pasteur após *detectar problemas em alguns de seus tonéis*: o suco não se convertia em álcool, apenas azedava e perdia seu sabor, textura e fragrância (Garozzo, 1974; Birch, 1993). Ciente da crise enfrentada pelos produtores de vinho, crise essa igualmente enfrentada por cidadãos de Lille no que concerne à fermentação alcoólica, Pasteur passa então a se dedicar quase que exclusivamente aos estudos relacionados aos problemas enfrentados pela indústria.

Como aponta Rodrigues (2015), os estudos de Pasteur sobre o comportamento de certas substâncias em relação ao desvio da luz polarizada *formaram a base para suas pesquisas sobre a fermentação*. Neste contexto, as pesquisas sobre substâncias como os tartaratos levaram Pasteur a considerar que os compostos com atividade óptica (capacidade de desviar a luz) tinham origem a partir da atividade e presença de organismos vivos.

Em 1858, após dois anos de pesquisa e uma longa série dos mais variados experimentos, Pasteur entrega à Sociedade de Ciências, Agricultura e Arte de Lille um trabalho no qual defende a hipótese de que o processo de *fermentação se relaciona à vida, portanto, devia-se considerar os fatores biológicos do processo* (Garozzo, 1974). Nessa época, a fermentação era um *assunto controverso* pois, para muitos cientistas, era um processo essencialmente químico resultante de atividade enzimática, sem o envolvimento de microrganismos. Segundo Rodrigues (2015),

5 Atualmente, sabe-se que esta crise foi causada pelo oídio: uma doença fúngica que estraga o produto em vinificação. Contudo, na época pouco se compreendia sobre as origens do problema (Johnson, 1999).

6 Destaca-se Jean-Baptiste Dumas, patrono de Pasteur, ministro da Agricultura francesa, professor de várias instituições de Paris e nomeado senador no Segundo Império de Luís Napoleão (Rodrigues, 2015).

7 Tanto a vinificação quanto a fabricação de álcool são processos descritos há séculos, mas foi apenas no século XVIII que se aprofundaram os conhecimentos sobre os passos do processo de maturação e vinificação dos produtos (hoje popularmente conhecido como fermentação). Alguns trabalhos relatam que o processo de fermentação já seja realizado pela humanidade há cerca de 9.000 anos a.C. pelos sumérios (Gossani e Waldman, 2009).

o artigo entregue à Sociedade de Ciências, Agricultura e Arte de Lille “é considerado um marco na mudança de área de interesse de Pasteur da cristalografia para a fermentação” (p. 41) e, conseqüentemente, para os estudos sobre os seres microscópicos que participam do processo.

De volta à Paris, no ano de 1859, Pasteur toma posse de um pavilhão para a continuidade de sua pesquisa. Em 1862, esse espaço cedido à Pasteur foi ampliado e reformado com o auxílio do imperador Luís Napoleão (Rodrigues, 2015). Nesse período, e com *extenso apoio político*, Pasteur desenvolveu uma de suas técnicas mais difundidas até os dias atuais: *a pasteurização, a qual objetiva evitar que o vinho, o vinagre e a cerveja estraguem* (Birch, 1993). A pasteurização consiste em aquecer as garrafas de vinho em água fervente até matar os microrganismos e é considerada uma das técnicas responsáveis por salvar a indústria de vinhos franceses. Com isso, “Pasteur demonstrou que se podia fazer isso sem conferir ao vinho um gosto de cozido nem afetar a sua capacidade de amadurecer normalmente” (Johnson, 1999, p. 442).

Segundo Johnson (1999), esta técnica de Pasteur *salvou safras gigantescas* de produtos contaminadas por seres microscópicos. Ademais, ao mesmo tempo que Pasteur apresentava técnicas para evitar que os produtos estragassem, também suspeitava que estes *minúsculos seres eram importantes para a maturação e produção dos mais variados alimentos consumidos na época* e, portanto, eram seres essenciais para que ocorressem as transformações químicas envolvidas em diferentes processos de produção (Garozzo, 1974).

A partir de suas pesquisas sobre cristalografia e fermentação, Pasteur passou a defender a ideia de que os microrganismos também eram capazes de alterar grande parte da matéria orgânica. Partindo desse pressuposto, Pasteur passou a defender *a hipótese* de que os microrganismos poderiam ser *responsáveis tanto pelo processo de putrefação quanto pelo aparecimento das mais variadas doenças nos seres humanos* (Rodrigues, 2015).

Nos anos seguintes, Pasteur desenvolveu diversos experimentos bem-sucedidos sobre os microrganismos envolvidos na putrefação, que o auxiliaram a defender a tese de que os microrganismos estariam *dispersos e se propagariam pelo ar, meio pelo qual chegariam aos tonéis* que estariam estragando (Rodrigues, 2015). Os resultados obtidos por meio de experimentos utilizando diversos aparatos tecnológicos, como o popular “bico de cisne”,<sup>8</sup> foram realizados com o intuito de prover evidências observáveis, reprodutíveis e replicáveis a favor da hipótese de que os microrganismos eram conduzidos pelo ar (Martins, 2009). Munido desses resultados, Pasteur defendia que “os micróbios, ao contrário do que se pensava, não surgem espontaneamente, mas entram em coisas (como o vinho) vindos de fora, por exemplo, pelo ar” (Birch, 1993, p. 15).

Essa tese de Pasteur gerou grande impacto na comunidade científica da época, uma vez que *colocava em questionamento a teoria da geração espontânea*<sup>9</sup> ainda defendida por uma parcela considerável da comunidade científica (Garozzo, 1974). Nesta época, Pasteur dedicou boa parte de seu tempo a estudos que estabeleciam *relações entre o ar e os microrganismos*, definições estas que o auxiliaram a classificar microrganismos aeróbicos, anaeróbicos e os aeróbicos ou anaeróbicos facultativos (Rodrigues, 2015).

8 Este equipamento possuía um gargalo curvo que impedia o contato do ar com um caldo nutritivo. Vale destacar que a criação deste aparato é comumente atribuída à Pasteur, mas este foi idealizado por um de seus professores de química (Birch, 1993).

9 A geração espontânea foi uma teoria que considerava possível a formação espontânea de determinados seres vivos a partir de matéria orgânica ou de uma combinação entre os organismos vivos e essas matérias/substâncias (Martins, 2009).



Após um longo período de intensas discussões, e com a posterior aceitação dos princípios referentes à propagação de microrganismos pelo ar e sua presença nas mais variadas superfícies, Pasteur estendeu a discussão de suas pesquisas para as alterações no estado vital dos seres vivos, defendendo a hipótese de que os microrganismos também eram responsáveis tanto pelos processos de putrefação como causadores das mais variadas doenças (Garozzo, 1974; Birch, 1993; Rodrigues, 2015).

Como aponta Santos (1997), até o século XVIII os hospitais eram lugares desconfortáveis, insalubres e com péssimas condições de higiene. Nessa época, a maioria dos doentes ocupavam a mesma esteira de palha estendida sobre o chão e, para prevenir a propagação de doenças, os enfermos eram confinados em hospitais por especificidade diagnóstica: como o hospital da febre tifoide, hospital da varíola etc. Além disso, como aponta Birch (1993), nessa época muitos médicos ainda defendiam a tese de que as doenças tinham origens internas ao ser humano e que se manifestavam por intermédio do próprio corpo.

Nessa mesma época, o número de doentes era gigantesco e as epidemias ocorriam de tempos em tempos sem muita explicação sobre sua gênese. Pasteur, inclusive, acabou perdendo três filhas para a febre tifoide entre os anos de 1859 e 1867 (Birch, 1993). É nesse contexto, então, que muitos cientistas (inclusive Pasteur), direcionaram seus estudos para a descrição dos microrganismos potencialmente patógenos, buscando nos estudos sobre os seres microscópicos a origem das doenças (Santos, 1997), nascendo assim a chamada “teoria dos germes” (Rodrigues, 2015).

Nos anos que seguiram, Pasteur estudou os microrganismos causadores da doença em bichos-da-seda, assim como o carbúnculo do gado e a cólera aviária (Scliar, 2005). Todo esse novo ramo científico que estava sendo caracterizado necessitava de novas técnicas e carregava consigo novas perguntas e discussões. Segundo Scliar (2005), uma das grandes aplicações da microbiologia foi a identificação dos agentes causadores de doenças infecciosas e a criação de novos métodos de prevenção, como as vacinas contra a difteria, tétano, coqueluche e tuberculose. O soro antirrábico, desenvolvido por Pasteur e sua equipe, e sua aplicação no primeiro ser humano mordido e infectado, no ano de 1885, sempre recebeu grande destaque em sua trajetória científica uma vez que estes novos aparatos tecnológicos mudaram drasticamente a maneira de se conduzir a saúde pública. A partir desse momento da história se inicia a Idade de Ouro da microbiologia, momento em que grande parte dos estudos sobre microrganismos se voltaram à descrição e tratamento de doenças; à identificação de microrganismos patógenos e suas características específicas (o que inclui o primeiro isolamento viral); e até mesmo à criação dos mais variados métodos e medicamentos imunológicos (Scliar, 2005).

Os estudos sobre microrganismos patógenos tiveram extenso impacto na atuação de médicos, os quais passaram a direcionar seus trabalhos à prevenção e não apenas à cura (Birch, 1993). Além disso, nos anos seguintes foram elaborados novos e importantes protocolos de esterilização, uma vez que médicos e enfermeiros começaram a utilizar compostos como fenol e ácido carbólico para a lavagem das mãos, dos instrumentos e para a limpeza de cortes cirúrgicos (Birch, 1993; Scliar, 2005).

No ano de 1887 é fundado o Instituto Pasteur em Paris (Birch, 1993): uma instituição dedicada aos estudos sobre microrganismos que se tornou o modelo que viria a ser reproduzido em muitos países, incluindo o Brasil<sup>10</sup> (Scliar, 2005). Assim, diferentes países passaram a reorganizar

---

10 Em 1903 foi fundado o Instituto Pasteur de São Paulo. Criado pela iniciativa de médicos e filantropos paulistas,

seus respectivos serviços básicos de saúde pública de acordo com as investigações de Pasteur e outros pesquisadores de renome no cenário científico (Bueno, 2005). Em 1892 é inaugurado o Laboratório de Bacteriologia na cidade do Rio de Janeiro sob o conselho e apoio do próprio Pasteur. Foi nesse laboratório, aliás, que trabalharam pesquisadores renomados no cenário nacional, como Vital Brasil, Adolfo Lutz, Emílio Ribas e Oswaldo Cruz, todos “discípulos das ideias de Pasteur” (Bueno, 2005, p. 99).

Considerado um dos pais e fundadores da microbiologia moderna, fundador e diretor de importantes centros de pesquisas sobre as mais variadas doenças, um dos responsáveis pelo início de uma era de cuidados preventivos com técnicas de imunização via vacinas e soros, e direta e indiretamente responsável pela ressignificação das práticas médicas, o legado de Louis Pasteur para com a humanidade é inquestionável. Pasteur morreu no dia 28 de setembro de 1895 aos 72 anos. Seu corpo está enterrado sob o Instituto Pasteur em Paris, em uma cripta especialmente decorada por mosaicos que lembram momentos de sua trajetória enquanto pesquisador.

## **Possibilidades para a superação de obstáculos epistemológicos a partir da história da ciência**

### ***Os microrganismos e o cotidiano***

Com o objetivo de incitar discussões e reflexões que conduzam os alunos à percepção de que os microrganismos se encontram nos mais variados eventos cotidianos, destacam-se três momentos do episódio da história da ciência narrado neste ensaio: i) relacionado aos estudos de Pasteur sobre compostos importantes para as indústrias alimentícia e têxtil que antecedem seus estudos sobre microrganismos; ii) relacionado às crises enfrentadas por produtores de vinho, álcool e vinagre em toda a França do século XVIII e; iii) vinculado aos estudos e às consequentes hipóteses sobre as origens das mais variadas doenças comuns da época.

Como destaca Fourez (1995, p. 120), a ciência se desenvolve de “maneira mais ou menos direta da vida cotidiana [...]: do mundo industrial, militar, da produção”. Exemplifica o mesmo autor que “em ciências ligadas ao campo da saúde, serão problemas diretamente colocados em termos de pessoas que estão doentes ou morrendo” (p. 120) aqueles que mobilizam a prática do pesquisador durante a construção de novos conhecimentos científicos (Fourez, 1995). Nesse cenário, compreende-se que parte do trabalho do cientista seja ancorado na criação de novas teorias, modelos e métodos que auxiliem na elaboração de respostas mais convincentes e úteis para solucionar problemas e questões emergentes do cotidiano (Fourez, 1995).

Neste sentido, os estudos de Pasteur sobre os compostos químicos envolvidos na fermentação e no tingimento das vestimentas, sobre o apodrecimento dos mais variados produtos comercializados, e sobre as origens das doenças comuns da época, nos possibilitam refletir que as questões emergentes do cotidiano do pesquisador foram aquelas que direcionaram os estudos de Pasteur. Assim, perguntas como “de que maneiras ocorrem os processos de fermentação?”, “porque os tonéis de vinho e vinagre estão estragando?”, ou até mesmo “de que maneiras

---

o instituto tinha como finalidade a realização de pesquisas em variados campos da microbiologia com aplicação em saúde pública, a elaboração de produtos biológicos de uso humano e veterinário e a produção e aplicação da vacina antirrábica (Teixeira, 1993).

surgem as doenças epidêmicas?” poderiam ser compreendidas como questões emergentes de um possível cotidiano, e que a ciência – e o cientista – se encarregaria de responder a partir da sistematização de novos conhecimentos, incluindo aqueles relacionados aos microrganismos.

Vale destacar, ainda, que tanto a aproximação de Pasteur com importantes governantes da época, como o imperador Luís Napoleão e ministros da Agricultura (contexto político), ou até mesmo o fato de Pasteur ter perdido três filhas para uma doença epidêmica da época (contexto familiar) podem ter somado para direcionar este pesquisador aos estudos sobre os microrganismos. Com isso, podemos inferir que a pesquisa de Pasteur pode ter se desenvolvido a partir de seu intento em resolver problemas e questões advindas de diversos setores da sociedade, as quais poderiam igualmente perpassar por questões de cunho particular e político do pesquisador.

Afirma Bachelard (1996, p. 18, destaque no original) que:

O espírito científico proíbe que tenhamos uma opinião sobre questões que não compreendemos, sobre questões que não sabemos formular com clareza. Em primeiro lugar, é preciso saber formular problemas. [...]. É justamente esse *sentido do problema* que caracteriza o verdadeiro espírito científico. Para o espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído.

Com isso, ao mesmo tempo que a prática do cientista é movida por perguntas, questões e problemas emergentes do cotidiano (como aqueles narrados no episódio da história da ciência), defende-se que os estudos sobre os microrganismos em âmbito escolar também sejam movidos pelas perguntas, questões e problemas que surjam a partir dos eventos cotidianos dos alunos.

Ao compreendermos que as vivências e experiências cotidianas propiciam a elaboração das mais variadas perguntas e questões – e que os conhecimentos científicos possam se manifestar enquanto potentes modelos explicativos para ler e compreender esses eventos cotidianos – poderíamos nos aproximar da superação do obstáculo epistemológico que dificulta a compreensão de que os microrganismos estão presentes nos mais diversificados ambientes, espaços e situações. Neste sentido, se fosse o intuito do aluno compreender *por que* os alimentos apodrecem mais rápido fora da geladeira, *por que* o adubo é tão importante para as hortas escolares, *por que* pães e bolos crescem em altas temperaturas e, até mesmo, *por que* é recomendado cobrir o nariz ao espirrar, utilizar máscaras de maneira adequada e manter o distanciamento social durante momentos de pandemia, poderíamos notar que os conhecimentos sobre microrganismos se fazem presentes em quase todas as possíveis respostas, qualificando ainda mais o ensino sobre microrganismos em âmbito escolar.

### ***Os microrganismos e as doenças***

Como apontado anteriormente, um dos obstáculos epistemológicos a ser superado se refere à exclusiva percepção dos microrganismos enquanto causadores de doenças. *A priori* poderíamos compreender que o episódio da história da ciência contado a partir da trajetória de Pasteur solidificaria tal interpretação junto aos estudantes, visto que o pesquisador investigou – quase que exclusivamente – os microrganismos responsáveis pela degradação dos produtos industrializados e pela ocorrência das mais variadas doenças nos seres humanos.

Contudo, a partir do episódio da história da ciência elaborado propõe-se outra reflexão: a de que a construção de conhecimentos em torno dos microrganismos se deu a partir de *demandas prioritárias*, e que extensos foram os *impactos destes conhecimentos* tanto em âmbito científico, no desenvolvimento tecnológico e na sociedade como um todo.

Enquanto a degradação de produtos industrializados era compreendida como uma problemática que gerava grandes prejuízos econômicos para toda a Europa (chamando a atenção de diversos governantes e produtores), os processos de adoecimento e morte sempre foram questões latentes para as ciências ligadas à saúde e para toda uma população que adoecia. Nesse sentido, a partir do episódio narrado neste ensaio, é possível compreender que a chamada “Idade de Ouro da microbiologia” (1857 a 1914) pode ter se instaurado na época em que estas demandas se fizeram prioritárias e de maior interesse para a comunidade científica, assim como para a prática médica, para a indústria, para o governo e toda a sociedade.

Como aponta Benchimol (2000), os estudos sobre os microrganismos (incluem-se os de Pasteur), bem como o desenvolvimento de diversificados métodos de prevenção e cura, impactaram diretamente a epidemiologia, hoje tida como uma das principais áreas do conhecimento associada à saúde pública. Da mesma maneira, os estudos sobre os microrganismos construídos naquela época impactaram no que hoje se compreende por higiene, a qual adquiriu maior importância após o reconhecimento de que alguns microrganismos são potencialmente patogênicos (Castro, 2008). Essa nova concepção sobre a higiene também resultou em intensas transformações no campo alimentar, uma vez que as indústrias passaram a contemplar padrões microbiológicos durante o controle de qualidade dos alimentos (Alves, 2001; Tancredi e Marins, 2014). Sabe-se ainda que foram gigantescos os impactos que os conhecimentos sobre microrganismos tiveram nos programas de imunização de todo o mundo (Feijó e Sáfadi, 2006).

É, então, nesse contexto de *prioridades* (produtos estragando e população adoecendo) e *impactos* (novas técnicas e hábitos para a eliminação dos microrganismos) que podem *surgir sentidos comuns* (ou *hábitos intelectuais*) e *generalizações* que solidificam a compreensão de que *todos* os microrganismos são prejudiciais. Relatava Bachelard (1996) que diversos hábitos intelectuais (emergentes tanto no âmbito da experiência científica quanto na experiência cotidiana) resultam em “generalidades mal colocadas” (p. 70) e até mesmo em “generalizações indefinidas” (p. 91). O autor acrescenta que as generalizações são resultantes de um conhecimento do senso comum, compreendidas também como um dos principais obstáculos a ser superado em uma atividade educativa (Bachelard, 1996).

E quais seriam as possíveis origens dos sentidos comuns e das generalizações (configuradas em obstáculos epistemológicos) que impedem a compreensão de que nem todos os microrganismos são nocivos? Poderíamos, por meio da história da ciência (e do episódio associado à trajetória de Pasteur), refletir que o conhecimento científico (e o conhecimento sobre os microrganismos) foi e é construído a partir de demandas prioritárias. Tais demandas resultam em impactos no âmbito da própria ciência, no desenvolvimento tecnológico e na sociedade e, geralmente, essas prioridades direcionem a leitura de que todos os microrganismos são prejudiciais. Basta refletirmos sobre o atual momento pandêmico em que a covid-19 se fez uma demanda prioritária, resultando na reconfiguração de quase todos os setores da sociedade. Em menos de 12 meses vacinas foram desenvolvidas e aprovadas por agências reguladoras em todo o mundo, num tempo considerado recorde, jamais visto na humanidade (Ribeiro, 2021).

Com isso, considera-se que atividades pedagógicas que objetivem o ensino sobre os microrganismos poderiam ter como ponto de partida o reconhecimento de quais são os conhecimentos do senso comum, bem como quais são as generalizações que dificultam a formação do espírito científico, seguindo para atividades que possibilitem a reflexão e a reconstrução destas formas de conhecimento limitantes e generalistas.

### ***Os microrganismos e a interdisciplinaridade***

A partir do episódio da história da ciência é possível observar que a interdisciplinaridade pode ser compreendida como uma marca importante da trajetória científica de Louis Pasteur e da construção de conhecimento sobre os microrganismos. Antes mesmo de direcionar seus trabalhos aos estudos sobre esses minúsculos seres, Pasteur passou grande parte de sua vida atuando em outras áreas do conhecimento científico como a cristalografia, o comportamento de substâncias orgânicas, a luz polarizada e a própria fermentação que, na época, era majoritariamente um objeto de estudo de químicos e físicos. Dessa maneira, mesmo sendo popularmente conhecido como um dos pais da microbiologia (hoje compreendida como uma área do conhecimento biológico), Pasteur foi um pesquisador de renome quando se tratava de pesquisas da área de física e química.

Fourez (1995) aponta que a observação do cientista “não é puramente passiva: trata-se antes de uma certa organização da visão” (p. 40). Neste sentido, compreende-se que para observar e descrever um novo objeto de estudo, o cientista mobiliza uma “[...] série de noções que possuía antes; estas se referem sempre a uma representação teórica, geralmente implícita” (p. 40). Complementa Fourez (1995) que para interpretar o que se observa, na ciência, “é preciso sempre relacionar aquilo que se vê com noções que já se possuía anteriormente” (p. 40). Portanto, a partir desses pressupostos, é possível refletir que os conhecimentos que Pasteur detinha sobre áreas químicas e físicas podem ter impactado e influenciado, de alguma maneira, na leitura e na construção de conhecimentos sobre os microrganismos.

Com isso, ao mesmo tempo que compreendemos – a partir do episódio da história da ciência narrado nesta investigação – que os conhecimentos físicos e químicos podem ter sido importantes para a construção de conhecimentos sobre os microrganismos, defende-se que a interdisciplinaridade também poderia ser uma marca do ensino sobre microrganismos em âmbito escolar. Assim, considera-se que uma atividade didática guiada pelo episódio da história da ciência possa incentivar a discussão da cristalografia e da refração da luz polarizada em aulas de física; da isomeria de compostos orgânicos em aulas de química; e a discussão de estruturas complexas dos mais variados microrganismos enquanto seres anaeróbicos e aeróbicos em aulas de biologia; além de incentivar o debate sobre de que maneiras todas essas formas do conhecimento poderiam solidificar uma leitura mais completa e complexa dos estudantes sobre os microrganismos.

Ademais, entende-se que o episódio da história da ciência não contempla *apenas* as disciplinas das áreas das ciências. Um elemento importante para a discussão de episódios da história da ciência relaciona-se à ambientação do episódio: a localização e contextualização histórica, geográfica, cultural e política de uma época. Essa ambientação, inclusive, é parte necessária para compreender as prioridades e impactos da ciência e do conhecimento científico discutidos na sessão anterior deste ensaio. Além disso, defende-se que a apresentação e a discussão de



episódios da história da ciência também incitem momentos de leitura e interpretação de textos (para aulas de português e literatura) e até mesmo possibilitem a reconstrução de episódios históricos a partir de peças teatrais e de dinâmicas lúdicas (para aulas de artes).

## Considerações finais

Antes mesmo de retomarmos o título desta investigação, ressaltam-se algumas considerações. Aponta Bachelard (1996, p. 17, destaque no original) que “o ato de conhecer dá-se *contra* um conhecimento anterior, destruindo conhecimentos mal estabelecidos, superando o que, no próprio espírito, é obstáculo à espiritualização”. Bachelard (1996, p. 19) considera, ainda, que “um obstáculo epistemológico se incrusta no conhecimento não questionado”. Com isso, em uma atividade didático-pedagógica em âmbito escolar deveríamos priorizar o incentivo ao questionamento e à elaboração de perguntas a partir das vivências e experiências dos próprios alunos, bem como a discussão sobre as possíveis origens dos conhecimentos generalistas e do senso comum que impedem e dificultam a apropriação do conhecimento científico pelos jovens estudantes.

Bachelard (1996, p. 277) já alertava: “abandonar os conhecimentos do senso comum é um sacrifício difícil. Não é de espantar a ingenuidade que se acumula nas primeiras descrições de um mundo desconhecido”. Neste sentido, ao considerar a ciência e a formação do espírito científico como um processo contínuo de retificação, movido pela superação dos obstáculos epistemológicos, Bachelard (1996) incentiva o questionamento das estruturas mentais já solidificadas como um meio para romper com o conhecimento do senso comum. Portanto, a tarefa do(a) professor(a) seria a de “derrubar os obstáculos já sedimentados pela vida cotidiana” (Bachelard, 1996, p. 23) por meio do questionamento e da problematização.

Com isso, e retomando o título do presente ensaio: i) *a história da ciência serve para* incentivar o questionamento dos corriqueiros eventos cotidianos e, a partir desses questionamentos, perceber que os microrganismos estão presentes nos mais diversos momentos do dia a dia; ii) *a história da ciência serve para* incentivar a busca das origens das generalizações e para propiciar o ressignificação dos conhecimentos do senso comum que limitam os microrganismos à patologia e; iii) *a história da ciência serve para* incentivar a elaboração de propostas interdisciplinares que possibilitem uma leitura mais completa e complexa sobre os microrganismos.

Nesse cenário, considera-se que o episódio da história da ciência elaborado e discutido neste ensaio não se encerra nele mesmo. Busca-se, com as reflexões propostas, incentivar que docentes das mais variadas disciplinas reconstruam o episódio elaborado e narrado neste ensaio, busquem outras reflexões possíveis a partir do mesmo episódio e, até mesmo, elaborem e discutam outros e novos episódios da história da ciência com temáticas e contextos diferentes. Mesmo que este ensaio tenha se detido, especificamente, no ensino sobre os microrganismos, é possível utilizá-lo para discutir e refletir sobre importantes aspectos da história e natureza da ciência. Perguntas como “Por que Pasteur optou pela área de pesquisa sobre ácido arsênico e cristalografia? Teria o pesquisador escolhido essa área ciente de que a França possuía um forte mercado de produção de vinhos?”, “Qual o papel da experimentação no fazer científico e na formulação de hipóteses e teorias?”, ou até mesmo “Quais as relações estabelecidas entre a ciência, a política, o desenvolvimento tecnológico e a sociedade?”



poderiam compor o escopo de questionamentos a serem discutidos em sala de aula por professores(as) e alunos(as).

Por fim, julgamos que seja importante defender a inserção da história da ciência em momentos de sala de aula, principalmente por entendermos que a história pode ser um potente instrumento para a formação dos alunos em âmbito escolar; assim como pode instrumentalizar a superação dos mais variados obstáculos epistemológicos que dificultam e impossibilitam a apropriação dos conhecimentos científicos pelos jovens estudantes.

## Referências bibliográficas

- ALBUQUERQUE, G.G.; BRAGA, R.P.S.; GOMES, V. Conhecimento dos alunos sobre microrganismos e seu uso no cotidiano. *Revista de Educação, Ciências e Matemática*, v. 2, n. 1, p. 58-67, 2012.
- ALVES, D.R. Industrialização e comercialização do leite de consumo no Brasil. In: MADALENA, F.E.; MATOS, L.L.; HOLANDA JÚNIOR, E.V. (org.). *Produção de leite e sociedade: uma análise crítica da cadeia do leite no Brasil*. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2001. p. 75-83.
- ANTONIO, W.S. *O uso de vídeos como ferramenta didática na exploração de microambiente e exposição de microrganismos existentes*. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.
- AZEVEDO, T.M.; SODRÉ, L. Conhecimento de estudantes da Educação Básica sobre bactérias: saber científico e concepções alternativas. *Revista de Educação, Ciências e Matemática*, v. 4, n. 2, p. 22-36, 2014.
- BACHELARD, G. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Trad. Esteia dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BAGGIO, L.A.; LORENCINI JÚNIOR, A. Análise de uma sequência didática sobre microrganismos sob a perspectiva da aprendizagem significativa. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 14, n. 1, p. 26-43, 2019.
- BARBOSA, F.G.; OLIVEIRA, N.C. Estratégias para o ensino de microbiologia: uma experiência com alunos do Ensino Fundamental II de uma escola de Anápolis-GO. *Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas*, v. 16, n. 1, p. 5-13, 2015.
- BENCHIMOL, J.L. A instituição da microbiologia e a história da saúde pública no Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 5, n. 2, p. 265-292, 2000.
- BIRCH, B. *Personagens que mudaram o mundo: o grande cientista: Louis Pasteur*. 2ª ed. São Paulo: Globo, 1993.
- BÔAS, R.C.V.; NASCIMENTO JUNIOR, A.F.; MOREIRA, F.M.S. Utilização de recursos audiovisuais como estratégia de ensino de microbiologia do solo nos Ensinos Fundamental II e Médio. *Práxis*, v. 10, n. 19, p. 79-90, 2018.
- BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais do terceiro e quarto ciclos do Ensino Fundamental: ciências da natureza*. Brasília: Ministério da Educação, 1998. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2022.
- BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: Ministério da Educação, 2018.
- BRUM, W.P. O tema bactéria no Ensino Fundamental: concepções alternativas dos estudantes sobre as implicações na saúde humana. *Revista de Educação, Ciências e Matemática*, v. 4, n. 3, 2014.
- BUENO, E. *À sua saúde: a vigilância sanitária na história do Brasil*. Brasília: Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2005.
- CÂNDIDO, M.S.C.; SANTOS, M.G.; AZEVEDO, T.M.; SODRÉ NETO, L. Microbiologia no Ensino Médio: analisando a realidade e sugerindo alternativas de ensino numa escola estadual paraibana. *Ensino, Saúde e Ambiente*, v. 8,

E a história da ciência serve para...? A superação de obstáculos epistemológicos associados ao ensino sobre microrganismos a partir de um episódio da história da ciência

n. 1, p. 57-73, 2015.

CASSANTI, A.C.; CASSANTI, A.C.; ARAUJO, E.; URSI, S. Projeto Microbiologia Democrática: estratégias de ensino-aprendizagem e formação de professores. [s.l.]: Colégio Dante Alighieri, 2008.

CASTRO, S.A.R.S. *Boas práticas de higiene: um pilar para a produção de alimentos seguros*. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2008.

CRUDELI, R.B.; VIANA, H.E.B. Pasteur nos livros didáticos de biologia do Ensino Médio aprovados no PNLD: uma análise histórica sobre a abordagem da origem da vida e o metabolismo. *História da Ciência e Ensino*, v. 18, p. 23-35, 2018.

DORTA, M.P.; SOUSA, E.C.P.; MURAMATSU, M. O projetor de gotas e suas diversas abordagens interdisciplinares no ensino de física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 38, n. 4, 2016.

FEIJÓ, R.B.; SÁFADI, M.A.P. Imunizações: três séculos de uma história de sucessos e constantes desafios. *Jornal de Pediatria*, v. 82, n. 3, p. 2-4, 2006.

FERREIRA, A.F. *A importância da microbiologia na escola: uma abordagem no Ensino Médio*. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

FOUREZ, G. *A construção das ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências*. Trad. Luiz Paulo Rouanet. São Paulo: Editora da Unesp, 1995.

FRAGA, F.B.F.F.; ROSA, R.T.D. Microbiologia na revista “Ciência Hoje das Crianças”: análise de textos de divulgação científica. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 21, n. 1, p. 199-218, 2015.

GAROZZO, F. *Os homens que mudaram a humanidade: Louis Pasteur*. São Paulo: Editora Três, 1974.

GAVINHO, B.; SILVA, M.I. Virologia como recurso interdisciplinar para o Ensino Médio. *Revista Saúde*, Batatais, v. 5, n. 2, p. 79-93, 2016.

GOSSANI, C.M.; WALDMAN, W.R. *Fermentação e biotecnologia: história*. Campinas: Instituto Virtual de Estudos de Meio Ambiente, 2009.

GUIMARÃES, L.; BEMFEITO, A.P.; CUNHA L., CASTRO, D. Contribuições da história e filosofia da ciência para o ensino de química: uma proposta de sequência didática sobre a fabricação da cachaça. *Revista de Educação, Ciências e Matemática*, v. 9 n. 2, p. 127-141, 2019.

JOHNSON, H. *A história do vinho*. 2ª ed. São Paulo: Companhia das Letras, 1999.

KIMURA, A.H.; OLIVEIRA, G.S.; SCANDORIEIRO, S.; SOUZA, P.C.; SCHURUFF, P.A.; MEDEIROS, L.P.; BODMAR, G.C.; SARMIENTO, J.J.P.; GAZAL, L.E.S.; SANTOS, P.M.C.; KOGA, V.L.; CYOIA, P.S.; NISHIO, E.K.; MOREY, A.T.; TATIBANA, B.T.; NAKAZATO, G.; KOBAYASHI, R.K.T. Microbiologia para o Ensino Médio e Técnico: contribuição da extensão ao ensino e aplicação da ciência. *Revista Conexão UEPG*, v. 9, n. 2, p. 254-267, 2013.

KRASILCHIK, M. *O professor e o currículo de ciências*. São Paulo: EPU/USP, 1987.

LUCA, A.G.; SANTOS, S.A.; CAMPESTRINI, I.M.; ROMÃO, B.C.; WALZ, G.C.; LUCIANO, G.H.; ALBANO, J.C.; ARAUJO, M.L. Episódio histórico de Louis Pasteur: uma proposta interdisciplinar para o ensino de química, física e biologia. *História da Ciência e Ensino*, v. 17, p. 81-98, 2018.

MARQUES, R.N. *Ferramenta didática para a elaboração de aulas práticas de microbiologia para o Ensino Médio*. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2017.

MARTINS, L.A.P. Pasteur e a geração espontânea: uma história equivocada. *Filosofia e História da Biologia*, v. 4, p. 65-100, 2009.

MARTINS, R.A. Introdução: a história das ciências e seus usos na educação. In: SILVA, C.C. (org.). *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006. p. 22-34.

MORESCO, T.R.; CARVALHO, M.S.; KLEIN, V.; LIMA, A.S.; BARBOSA, N.V.; ROCHA, J.B. Ensino de microbiologia ex-

- perimental para Educação Básica no contexto da formação continuada. *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 16, n. 3, p. 435-457, 2017.
- OLIVEIRA, N.F.; AZEVEDO, T.M.; SODRÉ NETO, L. Concepções alternativas sobre microrganismos: alerta para a necessidade de melhoria no processo ensino-aprendizagem de biologia. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia*, v. 9, n. 1, p. 260-286, 2016.
- OLIVEIRA, P.B.L.; MORBECK, L.L.B. Contextualizando o ensino de microbiologia na educação básica e suas contribuições no processo de ensino-aprendizagem. *Revista Multidisciplinar de Psicologia*, v. 13, n. 45, p. 450-461, 2019.
- PAIXÃO, G.C.; LIMA, L.A.; COLAÇO, N.J.O.; LIMA, R.A.; CASIMIRO, T.C.; CASTRO, L.H.P.; PANTOJA, L.D.M. Paródias no ensino de microbiologia: a música como ferramenta pedagógica. *Revista Eletrônica de Comunicação, Informação e Inovação em Saúde*, v. 11, n. 1, p. 1-12, 2017.
- PELCZAR, J.M.J.; CHAN, E.C.S.; KREIG, N.R. *Microbiologia: conceitos e aplicações*. 2ª ed. São Paulo: Makron, 1996.
- PESSOA, T.M.S.C.; MELO, C.R.; SANTOS, D.R.; CARNEIRO, M.R.P. Percepção dos alunos do Ensino Fundamental da rede pública de Aracaju sobre a relação da microbiologia no cotidiano. *Scientia Plena*, v. 8, n. 4, p. 1-4, 2012.
- RIBEIRO, H.L. *Estratégia interdisciplinar para o ensino de microbiologia no Ensino Médio*. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, 2020.
- RIBEIRO, W. Por que a vacina contra covid-19 foi desenvolvida em tempo recorde. *Instituto da Ciência Tecnologia e Qualidade (ICTQ)*. 2021. Disponível em: <https://ictq.com.br/farmacia-clinica/2636-por-que-a-vacina-contracovid-19-foi-desenvolvida-em-tempo-recorde>. Acesso em: 26 maio 2022.
- RODRIGUES, S.P. *Louis Pasteur: da química à microbiologia*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2015.
- ROSA, M.M.S.; FESTOZO, M.B.; VERA, J.A.C.N. Ensino de microbiologia: uma alternativa ao laboratório tradicional a partir da história e filosofia da ciência e metodologia da problematização. *RENiMa: Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 12, n. 1, p. 1-23, 2021.
- SANTAREN, K.C.F.; COELHO, S.M.O.; SOUZA, M.M.S.; COELHO, I.S. Relevância de atividades práticas no processo de ensino-aprendizagem de microbiologia: um estudo em Seropédica-RJ. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 5, p. 258-275, 2018.
- SANTOS, N. de Q. *Infecção hospitalar: uma reflexão histórico-crítica*. Florianópolis: Editora da UFSC, 1997.
- SANTOS, S.M.; FADINI, G.P.; ROLDI, M.M.C.; AMADO, M.V.; TERRA, V.R.; LEITE, S.Q.M. Interdisciplinaridade e ensino por investigação de biologia e química na educação secundária a partir da temática de fermentação de caldo de cana. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 11., 2017, Florianópolis. *Atas...* Florianópolis: Editora da UFSC, 2017.
- SCANDORIEIRO, S.; KIMURA, A.H.; MEDEIROS, L.P.; MARQUES, L.A.; ARANOME, A.M.F.; NAKAZATO, G.; KOBAYASHI, R.K.T.; G.D. GONÇALVES; MOREY, A.T. Problematização e práticas de microbiologia para Ensino Médio de escolas públicas. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 5, p. 241-257, 2018.
- SCLIAR, M. *Do mágico ao social: trajetória da saúde pública*. 2ª ed. São Paulo: Editora Senac, 2005.
- SILVA, M.S.; BASTOS, S.N.D. Ensino de microbiologia: percepção de docentes e discentes nas escolas públicas de Mosqueiro, Belém. In: Encontro Nacional de Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente, 3., 2012, Niterói. *Atas...* Niterói: UFF, 2012.
- SODRÉ NETO, L.S.; MEDEIROS, A.D. Considerações sobre contextualização e interdisciplinaridade na abordagem da microbiologia no novo Exame Nacional do Ensino Médio (Enem). *Revista Ciências & Ideias*, v. 9, n. 1, p. 88-100, 2018.
- SODRÉ NETO, L.S.; VASCONCELOS, M.T.O. Aspectos da construção do conhecimento sobre microbiologia no Ensino Fundamental II. *Revista de Educação, Ciências e Matemática*, v. 7, n. 1, p. 138-152, 2017.
- SOUTO, E.K.S.C.; SILVA, L.S.; SODRÉ NETO, L.; SILVA, F.C.L. A utilização de aulas experimentais investigativas no ensino

E a história da ciência serve para...? A superação de obstáculos epistemológicos associados ao ensino sobre microrganismos a partir de um episódio da história da ciência

de ciências para abordagem de conteúdos de microbiologia. *Experiências em Ensino de Ciências*, v.10, n. 2, p. 1-13, 2015.

TANCREDI, R.C.P.; MARINS, B.R. Evolução da higiene e do controle de alimentos no contexto da saúde pública. In: MARINS, B.R.; TANCREDI, R.C.P.; GEMAL, A.L. (org.). *Segurança alimentar no contexto da vigilância sanitária*. Rio de Janeiro: EPSJV, 2014. p. 15-36.

TEIXEIRA, L.A. O Instituto Pasteur de São Paulo: uma contribuição a história das instituições biomédicas no Brasil. *Physis: Revista de Saúde Coletiva*, v. 3, n. 1, p. 147-180, 1993.

TESSER, G.J. Principais linhas epistemológicas contemporâneas. *Educar em Revista*, v. 10, n. 10, p. 91-98, 1995.

TILLEY, R.J.D. *Cristalografia: cristais e estruturas cristalinas*. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

TOLEDO, A.G.; POERSCH, K.M.; NASCIMENTO, J.E.; LIMA, B.G.T. Estudo da microbiologia e sua relação no cotidiano do aluno a partir da temática saúde. *Ensino, Saúde e Ambiente*, v. 8, n. 2, p. 76-92, 2015.

TORTORA, G.J.; FUNKE, B.R.; CASE, C.L. *Microbiologia*. 12ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

ZOMPERO, A.F. Concepções de alunos do Ensino Fundamental sobre microorganismos em aspectos que envolvem saúde: implicações para o ensino aprendizagem. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 4, n. 3, p. 31-42, 2009.

Recebido em maio de 2022

Aceito em outubro de 2022