

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ZAÔR CAETANO JUNIOR

O DESENVOLVIMENTO HISTÓRICO DOS FERMENTOS COMO FERRAMENTA  
PARA O ENSINO DO CONCEITO DE ENZIMA

CURITIBA

2020

ZAÔR CAETANO JUNIOR

O DESENVOLVIMENTO HISTÓRICO DOS FERMENTOS COMO FERRAMENTA  
PARA O ENSINO DO CONCEITO DE ENZIMA

Dissertação de Mestrado apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ensino de Biologia, no Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional, Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Jaime Paba Martinez  
Área de Concentração: Ensino em Biologia

CURITIBA

2020

Universidade Federal do Paraná. Sistema de Bibliotecas.  
Biblioteca de Ciências Biológicas.  
(Rosilei Vilas Boas – CRB/9-939).

Caetano Junior, Zaôr.

O desenvolvimento histórico dos fermentos como ferramenta para o ensino do conceito de enzima. / Zaôr Caetano Junior. – Curitiba, 2020.  
30 f. : il.

Orientador: Jaime Paba Martinez.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional.

1. Biologia (Estudo e ensino). 2. Enzimas. 3. Fermentação. 4. Material didático. 5. Métodos de ensino. 6. Ciência – História. I. Título. II. Martinez, Jaime Paba. III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional.

CDD (20. ed.) 574



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFBIO ENSINO DE  
BIOLOGIA EM REDE NACIONAL - 32001010175P5

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em PROFBIO ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **ZAOR CAETANO JUNIOR** intitulada: **O desenvolvimento histórico dos fermentos como ferramenta para o ensino do conceito de enzima**, sob orientação do Prof. Dr. JAIME PABA MARTINEZ, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 26 de Outubro de 2020.

Assinatura Eletrônica

28/10/2020 17:03:31.0

JAIME PABA MARTINEZ

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

07/11/2020 20:36:43.0

MARIA RISOLETA FREIRE MARQUES

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA)

Assinatura Eletrônica

28/10/2020 14:21:51.0

PATRICIA DO ROCIO DALZOTO

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Avenida Coronel Francisco Heráclito dos Santos, 100 - Centro Politécnico - CURITIBA - Paraná - Brasil  
CEP 81531-980 - Tel: (41) 3361-1674 - E-mail: profbioufprcoordenacao@gmail.com

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 58036

**Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp> e insira o código 58036**

## RELATO DO MESTRANDO

**Instituição:** Universidade Federal do Paraná

**Mestrando:** Zaôr Caetano Junior

**Título do TCM:** Desenvolvimento Histórico dos Fermentos como Ferramenta para o Ensino do Conceito de Enzima

**Data da defesa:** 26/10/2019

Comecei minha formação na área fazendo o curso de Biologia na PUC-PR em 1998, me formando em Bacharel em Biologia em fevereiro de 2002. Neste mesmo ano comecei a trabalhar como professor de biologia de Ensino médio em um colégio da rede privada de Curitiba. Em 2003 iniciei o curso de Especialização em Biologia Molecular na UNICENP (atual Universidade Positivo) obtendo o título de especialista em 2005. Em 2010 fiz o Programa Especial de Formação Pedagógica (PROFORM) na Universidade Católica de Brasília, finalizando minha formação em licenciatura em 2011. Em 2012 iniciei minha carreira como Professor da Rede Estadual onde leciono até os dias de hoje.

Desde muito cedo tinha a ideia de que a educação é a única forma de melhorar as condições de um povo. Meu pai foi professor de Biologia e Ciências no Ensino Básico e se aposentou como professor da UFPR. Obviamente tive uma influência muito grande dele e isto me despertou o interesse pelas ciências. Apesar disto, e com a ajuda de uma grande influência de minha mãe, que é formada em Ciências Sociais, comecei a mudar minha visão sobre a educação e a sociedade.

Foi um ex-estagiário que me avisou sobre o PROFBIO e, apesar do pouco tempo para estudar para a prova, me dediquei para poder ingressar no programa.

O programa do PROFBIO foi muito além das minhas expectativas. Hoje posso dizer que a forma de trabalhar e a realização de que tenho muito o que aprender sobre o fazer educação, ficou muito claro.

Cursar o Mestrado Profissional em Biologia em uma universidade pública, gratuita e de qualidade foi uma oportunidade ímpar. Ter a possibilidade de vivenciar a aplicação dos professores do programa e dos mestrandos colegas me possibilitou um crescimento pessoal e profissional ao qual não poderia imaginar antes de ingressar no PROFBIO. Se hoje sou um professor mais humano e profissionalmente melhor, devo tudo ao que vivi durante o PROFBIO. Este é um programa de importância ímpar para o nosso país. O PROFBIO deve atingir o máximo de professores quanto for possível, inclusive os profissionais de instituições particulares

## AGRADECIMENTOS

Este Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) foi desenvolvido no Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, sob a orientação do Prof. Dr. Jaime Paba, e contou com o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Agradeço ao universo que em toda a sua aleatoriedade permitiu a mim viver e, apesar dos muitos erros e alguns acertos, realizar tantos sonhos nesta existência efêmera.

Ao meu Orientador, Professor Doutor Jaime Paba, pela orientação, competência, profissionalismo e dedicação tão importantes. Obrigado por acreditar em mim apesar dos reveses e falhas pessoais. Tenho certeza de que não chegaria ao resultado atual se não fosse pela sua exigência e paciência. Você foi e sempre será uma grande influência, tanto como orientador como exemplo de professor em sua prática docente.

A todos os professores do programa em especial a Professora Doutora Mariana Piemonte pela orientação em meu primeiro plano de aplicação. Foi muito importante para me mostrar a realidade do mundo acadêmico. Agradeço também a Professora Doutora Iris Hass pela orientação em meu segundo plano de aplicação.

Aos meus amigos Hugo Henrique Martins, Jeferson Alves de Oliveira, Tiago Santos Lima e Kharin Vorubi pelos trabalhos e disciplinas realizados em conjunto e, principalmente, pela preocupação e apoio constantes. Sem vocês eu não teria conseguido!! Agradeço também a todos os colegas/amigos mestrandos por todo companheirismo.

Ao meu amigo Willian Rederde pelas ilustrações feitas. Sua arte e bom gosto tornou o livro muito mais interessante. Ninguém faria melhor!!

À minha mãe e ao meu pai deixo um agradecimento especial, por todas as lições de amor, companheirismo, amizade, caridade, dedicação, abnegação, compreensão e perdão que vocês me dão a cada novo dia.

À minha esposa Karen e meus filhos, Marcelo e Isabella, por toda paciência e compreensão nos momentos mais difíceis desta caminhada. Obrigado por todo amor incondicional que vocês sempre me deram e por tornarem esta caminhada mais suave e pelas tantas risadas que nos acompanham.

Por fim, a todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho, o meu sincero agradecimento

## RESUMO

Os livros didáticos e paradidáticos têm por essência um papel social, por serem facilitadores no processo de aprendizado do conhecimento historicamente acumulado pelo homem. Ao fornecer às escolas registros didáticos e pedagógicos, eles ampliam e democratizam o acesso a fontes de informação e cultura. A utilização de livros paradidáticos torna o aprendizado mais atrativo, uma vez que estes usam linguagens, temas, e estratégias diferenciadas. Dentre estas últimas temos o emprego da história da ciência (HC), que pode ser utilizada como fio condutor de um tópico particular a ser estudado. A HC como metodologia do ensino propõe uma interpretação de ideias e fatos científicos à luz do contexto social, econômico e cultural da época. Esta fundamenta-se na compreensão de que a realidade é historicamente construída, e o conhecimento científico faz parte dessa elaboração. Portanto, a introdução da dimensão histórica pode tornar o conteúdo científico mais interessante e mais compreensível, exatamente por trazê-lo para mais perto do universo cognitivo não só do estudante, mas do próprio homem, que, antes de conhecer cientificamente, constrói historicamente o que conhece. No presente trabalho foi confeccionado um livro que relata o contexto histórico, social e cultural que levou ao desenvolvimento do conceito de enzima através dos estudos sobre a fermentação, e ao surgimento de um novo ramo das ciências biológicas, a bioquímica. Sugere-se o uso deste livro paradidático como ferramenta para abordar, na escola, o tema de transformações químicas nos seres vivos. Ele fornece informações detalhadas do assunto e sugere uma sequência didática para seu uso em sala de aula, que pode ainda possibilitar a interação com outras disciplinas como a química, a história e as artes.

Palavras-chave: História da Ciência, Fermentação, Enzima, Biologia, Ensino, Paradidático.

## ABSTRACT

Didactic and paradidactic books essentially have a social role, as they act as facilitators in the process of learning the knowledge historically accumulated by man. By providing schools with didactic and pedagogical records, they expand and democratize access to sources of information and culture. In particular, the use of paradidactic books makes learning more attractive, since they use different languages, themes, and strategies. Among the latter, we have the history of science (HC), which can be used as a guiding thread for a particular topic to be studied. HC as a methodology for science teaching proposes an interpretation of ideas and scientific facts in the light of the social, economic, and cultural context of the time. This is based on the understanding that reality is historically constructed, and scientific knowledge is part of that elaboration. Therefore, the introduction of the historical dimension can make the scientific content more interesting and more understandable, precisely because it brings it closer to the cognitive universe not only of the student, but of the man himself, who, before knowing scientifically, historically constructs what he knows. In the present work a book was made that reports the historical, social and cultural contexts that led to the development of the concept of enzyme through studies on fermentation, and to the emergence of a new branch of the biological sciences, the science of biochemistry. It is suggested to use this paradidactic book as a tool to address, at school, the topic of chemical transformations in living beings. It provides detailed information on the subject and suggests a didactic sequence for its use in the classroom, which can also enable the interaction with other disciplines such as chemistry, history and arts.

Keyword: History of Science, Fermentation, Enzyme, Biology, Teaching, Paradidactic.



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>8</b>
1.1	DESENVOLVIMENTO HISTÓRICO DO CONCEITO DE ENZIMAS	14
<b>2</b>	<b>OBJETIVO GERAL</b>	<b>17</b>
2.1.	METAS	17
<b>3</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b>	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>19</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>22</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A escola é frequentemente percebida como uma instituição que trabalha com a padronização de conhecimentos e pessoas. Apesar desta visão, a escola assim como a educação, deve ser constantemente estudada para cumprir efetivamente suas funções educacionais, sociais e culturais (GONÇALVES, 2010). No entanto, como relata Dayrell (1996, p.140), “*o tratamento uniforme dado a escola só vem consagrar a desigualdade e as injustiças das origens sociais dos alunos*”.

Freitas e Limonta (2012) colocam que no final da década de 1990, as críticas dos pesquisadores em ensino de ciências às propostas curriculares mencionadas resultaram em contra movimentos, como a *Alfabetização Científica* e o *Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS)*. Apesar das diferenças epistemológicas importantes entre a Alfabetização Científica e a CTS, ambas alertam para a ênfase dada, nos currículos de ciências da educação básica, à construção de habilidades e competências. Da mesma forma, alertam para o descuido no que diz respeito às relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, bem como para a importância da compreensão dos conhecimentos acumulados historicamente. Apontam também a necessidade de se repensar os processos didático-pedagógicos para o ensino de ciências, a urgência da formação de professores e a questão da educação científica da criança (MALDANER; ZANON; AUTH, 2006). Krasilchik (2000) coloca que as modalidades didáticas usadas no ensino das disciplinas científicas dependem, fundamentalmente, da concepção de aprendizagem de Ciência adotada. A tendência de currículos tradicionalistas ou racionalistas-acadêmicos, apesar de todas as mudanças, ainda prevalece não só no Brasil, mas também nos sistemas educacionais dos países chamados “em desenvolvimento”.

O sistema educacional brasileiro privilegia o ensino conteudista e o professor desempenha o papel de transmissor do conhecimento, sendo o estudante apenas um repositório de conteúdos (CARRAHER apud POSSOBOM, e colaboradores 2019). A memorização tem papel relevante neste sistema e as provas são a forma padrão de “verificar” no discente o quanto este “aprendeu” (SAVIANI, 2007). Apesar do sistema educacional brasileiro ainda estar centrado em métodos tradicionais, as novas gerações exigem da escola e, por consequência, dos professores, uma nova abordagem dos processos de ensino e aprendizagem. Em uma sociedade em que a informação é de fácil acesso, o papel do professor como disseminador do conhecimento não se sustenta mais e os paradigmas educacionais sofrem

transformações substanciais. Sendo a sociedade dinâmica, o modo de produção do homem muda ao correr dos séculos e seu tipo de trabalho vai, da mesma forma, se modificando e, como ele, a sua visão do mundo e o mundo propriamente dito.

Apesar de todas as mudanças ocorridas nas estratégias e bases filosóficas do processo de ensino, o livro didático mantém por essência um papel social que é o de ser um facilitador no processo de desenvolvimento do conhecimento historicamente acumulado pelo homem (ZACHEU; CASTRO, 2020). O livro didático é um instrumento de divulgação de ideias, crenças, valores, cultura, conceitos, e em sua trajetória venceu enormes desafios, mostrando a sua importância na vida das pessoas e no desenvolvimento das sociedades (MICHEL, 2020). Ao fornecer às escolas de educação básica registros didáticos e pedagógicos, assim ampliando o acesso a fontes de informação e cultura, os livros didáticos, em muitos casos, são as únicas fontes de informação para os discentes.

No século XIX, o livro didático surgiu como um adicional à Bíblia, até então, o único livro aceito pelas comunidades e usado nas escolas. Somente por volta de 1847, os livros didáticos passaram a assumir um papel de grande importância na aprendizagem e na política educacional. Os primeiros livros didáticos, escritos sobretudo para os estudantes das escolas de elite, procuravam complementar os ensinamentos não disponíveis nos livros sagrados. (OLIVEIRA apud MICHEL, 2020). Segundo Silva (2012), a partir do período imperial o livro didático passou a ser utilizado de maneira mais sistemática no Brasil, principalmente com a criação em 1838 do Colégio Pedro II, no Rio de Janeiro. Segundo Bittencourt (2004)

*“desde seu início o livro didático trouxe uma ambiguidade [sic] em relação ao seu público. A figura central era a do professor, porém a partir da segunda metade do século XIX passou a se tornar mais claro que o livro didático não era um material de uso exclusivo deste, para transcrever ou ditar. Observou-se que o livro precisava ir diretamente para as mãos dos alunos. Esta mudança de perspectiva, passar a ver o aluno como consumidor direto do livro, sinalizou tanto para autores quanto editores, que era necessário modificar o produto para atender novas exigências, transformando e aperfeiçoando sua linguagem. Neste sentido, as ilustrações começaram a se tornar uma necessidade, assim como surgiram novos gêneros didáticos, como os livros de leitura e os livros de lições.”*

É necessário que o livro didático sempre seja pensado em cada contexto social que é utilizado e em cada função que ele desempenha, já que nele convergem interesses díspares da nossa sociedade. Entender que os mecanismos da produção, circulação e uso dos livros didáticos na escola nos possibilitam compreender nossa própria realidade (ZACHEU; CASTRO, 2020). Bezerra e Luca (2006) salientam que o livro didático precisa ser interpretado como

*“...elemento importante na construção do saber escolar e do processo educacional espera-se que contribua para o aprimoramento da ética, imprescindível ao convívio social e à construção da cidadania. Nesse sentido, há que se verificar, nos textos e nas atividades, a existência de uma real preocupação em despertar no aluno a prática participativa, a sociabilidade, a consciência política, enfim, a cidadania, entendida em seu sentido mais amplo.”*

Segundo as pesquisas sobre ensino de biologia, que ficam evidenciadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (1999), os elementos da história e da filosofia da Biologia tornam possível aos estudantes a compreensão de que há uma ampla rede de relações entre a produção científica e o contexto social, econômico e político. É possível verificar que a formulação, o sucesso ou o fracasso das diferentes teorias científicas estão associados a seu momento histórico. Existem, pois, duas histórias que se encontram em um movimento dialético, a História Natural e a História Social. As demais são desdobramentos delas. Existe a história oriunda das transformações da matéria no seio da natureza (História Natural) e a que se expressa a partir das transformações das relações de produção construídas pelo homem (História Social). Ambas não são, porém, separadas e sim relacionadas reciprocamente. Dessa forma, a Ciência emerge desta relação e, portanto, sofre as influências inerentes à interação histórica entre sociedade e natureza (NASCIMENTO e colaboradores, 2011).

A abordagem dos conteúdos através da História da Ciência (HC) pode humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; pode tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, desse modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; fornecer subsídios para um entendimento integral de matéria científica, isto é, pode contribuir para a superação da falta de “significação” que se diz ter inundado as salas de aula, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber

o que significam; pode melhorar a formação de professores auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, ou seja, de uma maior compreensão da estrutura das ciências bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas (MATTHEWS, 1995). Portanto, a introdução da dimensão histórica pode tornar o conteúdo científico mais interessante e mais compreensível exatamente por trazê-lo para mais perto do universo cognitivo não só do estudante, mas do próprio homem, que, antes de conhecer cientificamente, constrói historicamente o que conhece (CASTRO; CARVALHO, 1992).

Para Matthews (1995) o professor necessita compreender a dimensão cultural e histórica de sua disciplina, assim como, razoavelmente conhecer a terminologia e estrutura dela. Matthews (1994) sintetiza diversos dos argumentos presentes na literatura para o uso da HC em sala de aula em uma lista de sete razões favoráveis à inclusão do componente histórico nos programas curriculares de ciências:

- A História promove melhor compreensão dos conceitos científicos e métodos;
- Abordagens históricas conectam o desenvolvimento do pensamento individual com o desenvolvimento das ideias científicas;
- A História é necessária para entender a natureza da ciência;
- A História neutraliza o cientificismo e dogmatismo que são encontrados frequentemente nos manuais de ensino de ciências e nas aulas;
- A História, pelo exame da vida e da época dos seus protagonistas, humaniza a matéria científica, tornando-a menos abstrata e mais interessante aos estudantes;
- A História favorece conexões a serem feitas dentro de tópicos e disciplinas científicas, assim como com outras disciplinas acadêmicas; e expõe a natureza integrativa e interdependente das aquisições humanas.

Se utilizar da HC como ferramenta para o processo de ensino/aprendizagem não é uma tarefa fácil. Martins (2005) argumenta sobre três principais barreiras:

1. A carência de um número suficiente de professores com formação para pesquisar e ensinar de forma correta a HC;
2. A falta de material didático adequado para o ensino;

3. Equívocos a respeito da própria natureza da HC e seu uso na educação.

Atualmente, de acordo com Cachapuz e colaboradores (2004, p. 364), não existe *“uma teoria geral que unifique e dê coerência a conceitos, fenômenos e circunstâncias relativas ao ensino, à aprendizagem e à formação”*. No entanto, as abordagens focadas na transmissão conceitual e técnica, como também as mudanças ocorridas no mundo, contribuíram para uma crise mundial na educação científica. É importante observar que a construção do conhecimento científico não é uma atividade exclusivamente instrucional. Segundo Lorenzetti (2000), a alfabetização científica e técnica pretende promover uma tomada de consciência das ciências e das tecnologias como fenômenos da sociedade e da história, e sendo assim, a história da ciência é um fator de grande relevância para a compreensão da construção dos conhecimentos científicos e tecnológicos. Tudo isto leva a compreender a natureza da Ciência como um conjunto de elementos que tratam da construção, estabelecimento e organização do conhecimento científico. Isto pode abranger desde questões internas, tais como método científico e relação entre experimento e teoria, até outras externas, como a influência de elementos sociais, culturais, religiosos e políticos na aceitação ou rejeição de ideias científicas (MOURA, 2014).

A disseminação da educação científica deve ser facilitada através de uma linguagem acessível e holística. As ciências vão além da segmentação acadêmica e se manifestam nas inter-relações entre a filosofia, matemática, literatura, educação etc. Assim, as ciências não são atividades exclusivas de pesquisadores acadêmicos, mas uma construção social (ARTERO, 2017)

Para Nascimento e colaboradores (2011) a busca por uma maior relação entre as contribuições das ciências da educação no ensino das ciências naturais e articulação com os estudos de história, sociologia e filosofia da ciência já era presente na década de 1970, contudo fomentada mais fortemente nas últimas duas décadas do século XX e início do XXI. Valoriza-se, pois, uma perspectiva de ensino contextualizado em que se pretende superar a demarcação entre o ensino de conteúdos científicos e seu contexto de produção (PRESTES; CALDEIRA, 2009).

No Brasil, a situação referida pelos documentos oficiais do governo federal é, comparativamente, mais difusa em relação a um compromisso autêntico com a abordagem contextual. Nos Parâmetros curriculares nacionais, PCNs (em suas diferentes versões, do Ensino Fundamental, de 1997, e do Ensino Médio e PCN+ de

2000), esse tratamento é apenas indicado de forma pontual (EL-HANI; ROQUE; ROCHA, 2004), sem que a História, Filosofia ou Sociologia da Ciência cumpram de forma sistêmica o papel integrador que poderiam conferir ao currículo. Também chama a atenção a ausência do apelo ao ensino contextual da ciência no documento lançado em 2007 pela Academia Brasileira de Ciências, intitulado *O ensino de ciências e a educação básica: propostas para superar a crise* (PRESTES; CALDEIRA, 2009).

Múltiplos trabalhos demonstram a importância da HC na melhora do ensino de ciências e da capacidade crítica dos estudantes. Monteiro, e Martins, (2015) evidenciaram um aumento no percentual de acertos em testes aplicados após o uso de sequências didáticas com abordagem histórica nas aulas de Física. Este aumento se deu em todas as questões aplicadas e as justificativas apresentadas pelos estudantes também sofreram modificações mostrando uma melhora nas definições dos conceitos abordados. Outro ponto a ressaltar, é a importância da leitura na utilização da HC. Lucisano (2014) enfatiza a importância de explorar mais a consulta, interpretação e discussão de textos relacionados à História da Ciência no ensino de ciências. Os dados por ele obtidos são corroborados por outros autores. Ortiz (2016), em um estudo realizado com acadêmicos do curso de Ciências Biológicas, afirma que a HC é uma ferramenta poderosa para o ensino, porém ela tropeça na falta do hábito da leitura por parte dos estudantes. Apesar da diversidade de recursos pedagógicos e metodológicos, alguns estudantes ainda apresentam a tendência à simplificação e romantização de episódios históricos.

Para se evitar as distorções advindas da má aplicação da HC, em estudo feito por Forato (2009) para estudantes do ensino médio, estabeleceu alguns pontos de partida sendo eles: (i) o propósito pedagógico; (ii) o tempo didático; (iii) o nível de escolaridade focado; (iv) os pré-requisitos dos estudantes nos saberes envolvidos na proposta. Para tanto deve-se definir o nível de detalhamento do contexto não científico abordado; definir os pré-requisitos conceituais dos estudantes; enfatizar aspectos científicos ou enfatizar fatores externos à ciência. Neste trabalho ficou demonstrado que a utilização da HC é um processo e não tem fórmula pronta, mas os resultados são muito satisfatórios.

Oki e Moradillo (2008 p. 85), em uma aplicação do ensino de *História da Química* para compreender a natureza da ciência, relatam que

*“os resultados obtidos confirmaram a importância do espaço dessa disciplina para os alunos conhecerem a natureza da ciência, adquirindo concepções menos simplistas e mais contextualizadas sobre a ciência, apesar de alguma dificuldade na superação de concepções realistas ingênuas fortemente enraizadas em suas visões epistemológicas”.*

Para Menezes e Santos (2002) os Livros Paradidáticos são livros e materiais que, sem serem propriamente didáticos, são utilizados para esse fim. São importantes porque podem utilizar aspectos mais lúdicos que os didáticos e, dessa forma, serem eficientes do ponto de vista pedagógico. Recebem esse nome porque são adotados de forma paralela aos materiais convencionais, sem substituir os didáticos. Segundo Martins (2007) os professores apontam como dificuldades ao ensino de História da Ciência a falta de material didático adequado e a pouca presença desse conteúdo nos livros existentes. O presente trabalho teve como proposta diretriz a criação de um livro paradidático como uma ferramenta educacional no ensino da natureza das enzimas usando a HC como estratégia central. Contar a história do desenvolvimento histórico do conceito de enzimas é um bom exemplo de como o conhecimento científico, muitas vezes, é o resultado de uma construção social, cultural, acadêmica, com contribuições diluídas no passar do tempo. Contar esta história auxiliará o docente a preencher os vazios de contextos presentes nos livros didáticos.

### **1.1 O Desenvolvimento Histórico do Conceito de Enzimas**

Desde a antiguidade os processos fermentativos eram utilizados para a produção de alimento. Muito provavelmente, estes processos foram descobertos durante a pré-história e posteriormente refinados. Assim, no Egito antigo esses processos já eram usados de forma corriqueira na produção do vinho, da cerveja e do pão. Aristóteles fazia uma analogia entre a fermentação e o desenvolvimento dos seres vivos. Ele considerava o suco de uva uma forma ‘infantil’ e a maturação (amadurecimento) deste consistia na sua transformação em vinho e, com o passar do tempo em vinagre (envelhecimento) (FRUTON, 1999).

Por volta de 1650, as antigas ideias dos atomistas gregos (Leucipo, Demócrito, Epicuro) de que os fenômenos naturais são a expressão do tamanho, forma e movimentos de partículas minúsculas indivisíveis, se tornaram fortemente



aceitas principalmente pelos textos de Francis Bacon, Thomas Hobbes, René Descartes e Pierre Gassendi (KARGON, 1966). Robert Boyle interpretou os fenômenos químicos como a consequência das interações mecânicas entre os átomos. Foi nesta época que Sylvius (François Dubois) foi categórico ao afirmar que os fermentos de Van Helmont não são mais entidades sobrenaturais e sim os mais importantes agentes químicos da fisiologia humana (FRUTON, 1999).

Uma verdadeira revolução começou na química quando os estudos de Antoine Lavoisier o levaram a postular a “Lei da conservação de massa”. Ele demonstrou que nos processos fermentativos (no caso, a produção do vinho) a quantidade dos reagentes era equivalente à de produtos formados e as leveduras utilizadas se mantinham inalteradas. Lavoisier chegou a descrever a transformação da seguinte maneira: “mosto da uva = álcool e gás carbônico” (LAVOISIER, 1789).

Apesar de ser reconhecida a presença de microrganismos nos processos de putrefação e fermentação, os cientistas eram céticos quanto a importância destes nos processos fermentativos. A ideia da geração espontânea era largamente aceita e dificultou a interpretação correta da ação dos microrganismos nestes processos (FRUTON, 1999). No começo do século XIX Cagniard-Latour, Schwann, e Kützing chegaram à mesma conclusão sobre o papel das leveduras nos processos fermentativos. No mesmo período Jacob Berzelius introduziu o termo catálise para a força que permite a aceleração das reações químicas sem ser consumida nestas (MACIEL; BIANCONI, 2017). Berzelius era um forte oponente da origem biológica da fermentação. Ele considerava esta uma visão filosófica das reações orgânicas e inorgânicas.

Na segunda metade do século XIX a ideia de que a fermentação alcoólica era realizada por um ser vivo era largamente aceita, mas a generalização desta ideia para outros processos fermentativos não, lembrando que o termo fermentação era usado para vários outros processos como a transformação de goma, amido, manitol em dextrose. O termo fermentação era utilizado também para vários processos fisiológicos dos animais tais como a formação de amônia a partir da ureia e a transformação das proteínas, amido e gorduras nos processos digestivos (FRUTON, 1999). Em 1877, Kühne diferenciava os fermentos em dois grupos: como “solúveis não organizados” e os “fermentos organizados insolúveis”.

Nos anos de 1850 Louis Pasteur, observando a fermentação alcoólica, chega à conclusão de que este processo é feito por microrganismos, as leveduras. Em 1860 Pasteur publicou um extenso relatório dos seus estudos sobre

fermentação. Neste, Pasteur afirmou que os processos fermentativos eram o resultado de processos fisiológicos, mas que se sentia completamente ignorante quanto a natureza química destas reações (PASTEUR, 1860).

Claude Bernard (1865) acreditava ter demonstrado que a fermentação poderia ocorrer em suco de frutas podres sem a participação de células vivas e que a conversão de açúcar em álcool podia ser feita por agentes separáveis de leveduras vivas. As notas de Bernard foram publicadas postumamente em um artigo submetido por Marcellin Berthelot. Em 1876 Frédéric Musculus converteu ureia em amônia a partir de um “fermento solúvel”, e este “fermento solúvel” foi denominado de urease por Bourquelot. Estes estudos relativos às fermentações mostraram também que havia substâncias albuminoides (proteínas) envolvidas e nelas residiria o poder de transformação (poder catalítico). Posteriormente, estas moléculas foram denominadas *enzimas* (KÜHNE, 1877).

O nome enzima provém do grego "en (dentro) e – zyme (levedura) ou, dentro do levedo, pois suspeitava-se que as catálises biológicas estavam relacionadas com a fermentação do açúcar em álcool, onde o levedo exercia rol fundamental. Foi em 1833, a fim de evitar mal-entendidos e transcrições onerosas, que Wilhelm Kühne (1877) propõe designar como enzimas os fermentos não formados ou não organizados, cuja atividade poderia ocorrer sem a presença de organismos e fora deles. Nesta mesma época, os pesquisadores Payen e Persoz (1833) descobriram uma substância sensível à temperatura em um precipitado alcoólico que convertia extrato de amido em açúcar.

Berzelius em 1835 foi o primeiro a discutir sobre o modo de funcionamento de uma enzima enquanto Pasteur, em 1869, associou a importância das enzimas com o funcionamento e manutenção da vida celular. Posteriormente, Buchner converteu-se no primeiro pesquisador a extrair enzimas de células de levedo e demonstrar que seu funcionamento pode ocorrer independente da célula.

Somente em 1926 as propriedades das enzimas e sua natureza albuminoide foi melhor compreendida quando Sumner purificou a urease do feijão e esclareceu que os cristais formados tinham constituição proteica.

A tabela 1 expõe alguns dos principais eventos relativos ao desenvolvimento do conceito de enzimas.

Tabela 1. Linha temporal do desenvolvimento do conceito de enzimas

Cientista	Ano	Descoberta
Lavoisier	1790	Decomposição de óxidos vegetais pela fermentação vínica.
Gay-Lussac	1810	Documenta a decomposição do açúcar em álcool e CO <sub>2</sub> por leveduras
Beamont	1825	Efeito do suco gástrico sobre fibrina, gelatina, manteiga, etc.
Payen e Persoz	1833	Isolamento da diástase a partir de extrato de malte
Berzelius	1835	Observa que o extrato de malte ( <b>alfa amilase</b> ) hidrolisa amido com mais eficiência que o ácido sulfúrico
Mialhe	1845	Estudo do efeito da diástase salivar sobre múltiplos substratos
Bernard	1849	Efeito do suco pancreático sobre diferentes elementos
Pasteur	1860	Importância para o metabolismo celular
Kuhne	1878	Mudança do nome de “princípio ativo” para enzima
Buchner	1897	Obtenção de um <b>extrato acelular</b> de levedura capaz de realizar fermentação alcoólica
Sumner	1926	Demonstrou a natureza albuminoide das enzimas

(FRUTON, 1999)

## 2 OBJETIVO GERAL

Elaborar um livro paradidático ilustrado, sobre o desenvolvimento histórico dos fermentos, como ferramenta para o ensino do conceito de enzimas no ensino médio.

### 2.1. Metas

- Realizar um levantamento bibliográfico do desenvolvimento histórico do conceito de enzimas;
- Resgatar o contexto social, cultural e científico dos principais protagonistas entre os séculos XVIII, XIX e XX.
- Criar ilustrações para os eventos mais relevantes e para os protagonistas do desenvolvimento histórico do conceito de enzima.
- Criar um roteiro didático para uso do livro em sala de aula

### 3 JUSTIFICATIVA

A visão de que os pesquisadores vivem isolados da realidade ainda permeia o imaginário popular. Adicionalmente, a forma em que são trabalhadas as disciplinas de ciências, com programas conteudistas, de memorizações e aplicações estáticas, não favorece o despertar do interesse dos discentes pela ciência enquanto um processo instigante e prazeroso. Desta forma temas científicos geralmente ficam reduzidos a um apanhado de conceitos que são recebidos pelo estudante sem as informações necessárias para localizar os mesmos dentro de um panorama mais amplo e de natureza histórica, social e científica. No caso do desenvolvimento do conceito de enzima, este fica frequentemente limitado a uma disputa entre as vertentes vitalista e mecanicista da época, retirando da arena as particularidades e complexidades dos indivíduos participantes, uma falha que com o presente trabalho visamos atenuar

Através da história da ciência, o emaranhado social, cultural e científico dos protagonistas mostra que a construção do conhecimento é um ato humano e, como tal, não é uma construção linear. Esta visão mais humana da pesquisa científica pode aflorar o interesse do estudante, uma vez que o saber científico é o resultado de acertos e erros, paixões e ódios, lutas e reconciliações, alegrias e frustrações, como qualquer outra atividade humana.

Justifica-se este trabalho pela falta de material didático adequado para o ensino através da HC, que acarretam equívocos a respeito da própria natureza da HC e seu uso na educação.

Uso deste paradidático pode tornar o aprendizado mais palatável, instigante e prazeroso, possibilitando a discussão de vários assuntos da biologia (Bioquímica, Citologia, Fisiologia, entre outras) além de permitir a transdisciplinaridade, principalmente entre a biologia, a história e a química, mas possibilitando sua utilização em língua portuguesa e até mesmo em artes;

Finalmente, a utilização deste paradidático permite que seja feita uma avaliação alternativa, aproveitando a transdisciplinaridade e as múltiplas inteligências dos estudantes.

## **4 METODOLOGIA**

Primeiramente, foi feito um levantamento bibliográfico sobre o contexto histórico que permitiu aos pesquisadores acumular conhecimentos e formularem um conceito sobre o que é uma enzima. A partir deste levantamento bibliográfico foi produzido um texto descritivo sobre os principais fatos ocorridos durante os séculos XVIII, XIX e XX.

O principal intuito do texto é contextualizar a construção do conceito de enzima com os principais acontecimentos sociais da época em que essas discussões ocorreram. O texto produzido foi ilustrado com desenhos explicativos sobre os principais fatos ocorridos durante os debates sobre o conceito de enzima. Dos principais protagonistas foram realizados pequenos resumos ou anotações de sua vida pessoal de modo a humanizar e ressaltar como o seu percurso individual de alguma forma influenciou as suas escolhas científicas.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os livros paradidáticos nasceram de discussões sobre a necessidade de autores brasileiros produzirem para crianças e jovens buscando formar, através deles, o desejo, o gosto e o prazer de ler (LAGUNA, 2012).

Os livros paradidáticos apesar de não ser propriamente didático é utilizado para este fim e por utilizarem aspectos mais lúdicos que os didáticos, tornam o processo pedagógico mais eficiente, apesar de não substituir os livros didáticos (MENEZES; SANTOS, 2002).

O objetivo do uso dos livros paradidáticos é minimizar a mecanicidade e a falta de significação dos conteúdos escolares com a aproximação do estudante do conhecimento com materiais de seu interesse. (CARVALHO, 2019). Segundo Laguna (2012), a leitura paradidática apresenta-se com o objetivo de despertar nas pessoas o prazer de ler, reconhecendo-se o ato de ler como capaz de instruir, divertir, fazer sonhar com projetos pessoais, políticos, de justiça, de amor e paz.

A autora completa que são características dos paradidáticos:

- preços populares;
- longa vida editorial;
- direcionamento a crianças e jovens, além do espaço escolar;
- temas literários e transversais;
- linguagem mais acessível.

Desta forma é possível que o aluno note a importância de uma boa leitura e compreensão para o estudo de quaisquer grandes ciências (FERNANDES, 2003).

Joanou e colaboradores (2015) afirmam que o uso de paradidáticos como recurso complementar a outras fontes de informação, colabora na reorganização de conhecimentos científicos e suas definições, o que antes eram inconsistentes para os alunos.

Por estes motivos foi escrito um livro paradidático sobre o desenvolvimento do conceito de enzima a partir do desenvolvimento histórico dos fermentos.

Além dos motivos colocados anteriormente, este livro também tem o intuito de permitir a transdisciplinaridade, principalmente entre a biologia, a história e a química, mas possibilitando sua utilização em língua portuguesa e até mesmo em artes e, para o melhor entendimento de todo este contexto, o livro foi dividido nos seguintes capítulos:

- Introdução
- Linha do Tempo dos Acontecimentos
- Catálise e as Enzimas
- Teoria do Germe, a Imunoquímica e a Fermentação
- Recepção à Fermentação Acelular de Buchner
- Contexto Histórico-Cultural
- Contexto Histórico da Educação Científica no Brasil

A possibilidade de mostrar para os estudantes que o conceito de enzima não foi “descoberto” por estudos isolados permite a visão de uma ciência humanizada, possibilitada pela colaboração de muitos indivíduos que, espontaneamente ou não, permitiram novos olhares sobre o assunto e o progresso dos estudos.

Apesar da diferença entre as grades curriculares nas diversas unidades da federação, a maioria dos livros didáticos de biologia começam com uma introdução à biologia seguida da origem da vida na terra, bioquímica e citologia respectivamente.

Como os estudantes de ensino médio chegam com um conhecimento relativamente baixo sobre os conceitos biológicos, este livro pode ser utilizado desde o começo do ano pois aborda assuntos que permitem a relação com vários temas da biologia. Muitos dos pesquisadores citados neste livro serão citados no livro didático e, fazer estas ligações pode mostrar ao estudante como todos os temas da biologia encontram-se inter-relacionados.

O livro não tem o propósito do ensino exclusivo do conceito de enzima, mas o de ser usado como um aglutinador de muitos assuntos da biologia. Não bastasse, este livro poderá ser trabalhado junto com outras disciplinas conforme a interação que ocorra em cada instituição permitindo inclusive uso alternativo de avaliações.

O texto ilustrado ainda deverá ser submetido à leitura crítica por professores de biologia do ensino médio. O intuito pré-pandemia era que professores do ensino médio respondessem a um questionário avaliativo que analisaria a receptividade desta ferramenta como uma alternativa eficaz de ensino. A avaliação seria feita via formulário eletrônico (google forms) e os dados obtidos tabulados e analisados para compreender a receptividade do uso da HC como método de ensino.

Esta avaliação deve ocorrer futuramente, pois a escassez do uso da HC como método didático para ensinar sobre a fermentação é um fator limitante para reconhecer sua eficiência na prática escolar.

Contudo, em um trabalho sobre a fermentação, Terra e Leite (2018) exaltam a importância da construção social da ciência e da tecnologia em um estudo sobre a produção artesanal de vinagre a partir do caldo de cana. O objetivo dos autores era a promoção da interdisciplinaridade e da transdisciplinaridade com o uso dos conhecimentos atuais de uma comunidade do Espírito Santo. Apesar de não utilizar a HC, este trabalho demonstra a importância da construção social da ciência e, por consequência, como esta construção é o resultado de um contexto sociocultural.

Ao trabalhar com o contexto sociocultural se demonstrou também a importância de uma educação que vá além dos conteúdos de uma disciplina, pois “o mundo das realidades é complexo e exige abordagens transdisciplinares” (Morin, 2011). Para Santos (2008),

*“[...] a transdisciplinaridade propõe-se a transcender a lógica clássica, a lógica do “sim” ou “não”, do “é” ou “não é”, segundo a qual não cabem definições como “mais ou menos” ou “aproximadamente”, expressões que ficam “entre linhas divisórias” e “além das linhas divisórias”, considerando-se que há um terceiro termo no qual “é” se une ao “não é”. E o que parecia contraditório em um nível da realidade, no outro não é.”*

Desta forma o estudante pode superar o simples contato com conhecimentos “puros” e tem a oportunidade de raciocinar e transcender ao aprendizado de uma única disciplina, possibilitando assim uma educação holística do ser humano.

## REFERÊNCIAS

ARTERO, T. **A parceria entre ciência, sociedade e educação é urgente.** Disponível em: <<http://pensaraeducacao.com.br/pensaraeducacaoempauta/a-parceria-entre-ciencia-sociedade-e-educacao-e-urgente-exclusivo/>>. 2017. Acesso em: 20 fev 2019.

BERNARD, C. **Introduction à L'étude de La Médecine Expérimentale.** Domínio Público, Paris, 1865.

BEZERRA, H. G; LUCA, T. R. Em busca da Qualidade PNLD – História – 1996 – 2004. In: SPOSITO, M. E. B. **Livros Didáticos de História e Geografia. Avaliação e Pesquisa.** São Paulo: Cultura Acadêmica, 2006. p. 27 – 53.

BITTENCOURT, C. M. F. **Ensino de História: fundamentos e métodos.** São Paulo: Cortez, 2004.

CACHAPUZ, A; PRAIA, J; JORGE, M. **Da Educação em Ciência às Orientações para o Ensino das Ciências: Um Repensar Epistemológico From Science Education To Science Teaching: An Epsitemological Rethinking.** Ciência & Educação, v. 10, n. 3, p. 363-381, 2004

CARVALHO, J.L. **O Uso de Histórias em Quadrinhos/Texto Ilustrado Como Material Paradidático no Ensino de Biologia Celular e Genética.** Dissertação de Mestrado Profissional no Ensino de Biologia (PROFBIO) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Campinas, SP. 2019

CASTRO, R.; CARVALHO, A. **História da Ciência: Investigando Como Usá-la num Curso de Segundo Grau.** Caderno Catarinense de Ensino de Física., Florianópolis, v. 9, n.3, p. 225-237. SC, 1992.



CONTEÚDO aberto. In: Wikipédia: a enciclopédia livre. Disponível em: <[https://en.wikipedia.org/wiki/Didactic\\_method](https://en.wikipedia.org/wiki/Didactic_method)> Acesso em: 4 mar 2009.

DAYRELL, J. **Múltiplos Olhares sobre Educação e Cultura**. Belo Horizonte: Editora UFMG. 1996.

EL-HANI, C.; TAVARES. E.; ROCHA. P. **Concepções epistemológicas de estudantes de biologia e sua transformação por uma proposta explícita de ensino sobre história e filosofia das ciências**. Investigações em Ensino de Ciências – V9(3), pp. 265-313, 2004.

EL-HANI, C; ROQUE, N; ROCHA. P. **Livros didáticos de Biologia do Ensino Médio: resultados do PNLEM/2007**. Educ. rev. vol.27 no.1 Belo Horizonte, 2011.

FERNANDES, B. M. **O Livro Paradidático Em Sala De Aula: Do Planejamento Ao Uso**. In. CASTROGIOVANNI, A. C. (Org.). Geografia em sala de aula: práticas e reflexões Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003. p.151-154.

FORATO, T. **A natureza da ciência como saber escolar: um estudo de caso a partir da história da luz**. Universidade de São Paulo - Faculdade de Educação. Vol. 1. São Paulo, 2009.

FREITAS, R.; LIMONTA, S. **A educação científica da criança: contribuições da teoria do ensino desenvolvimental**. Linhas Críticas, v. 18, n. 35, p. 69-86. Brasília, 2012.

FRUTON, J. **Proteins, enzymes, genes. the interplay of chemistry and biology**, New Haven and London, Yale University Press, 1999.

GONÇALVES, L. **Como a biologia pode ser ensinada sem a eterna decoreba?** Trabalho de Conclusão do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2010.

JOANOU, P; LIMA, G; TABOSA, K; LIMA, eK. **Os Paradidáticos No Ensino Contextualizado Das Ciências Naturais E Da Biologia.** Ensino e aprendizagem de conceitos científicos. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC Águas de Lindóia, SP – 24 a 27 de novembro de 2015.

KARGON, R. **Newton, Barrow and the Hypothetical Physics.** Centaurus. Baltimore, 1966.

KRASILCHIK, M. **Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências.** São Paulo, SP.:Perspect. vol. 14 nº.1 São Paulo, 2000.

KÜHNE, W. **Verhandlungendes Naturhistorisch-Medecinischen Vereins.** Hanburgo, 1877.

LAGUNA, A. G. J. **A Contribuição Do Livro Paradidático Na Formação Do Aluno-Leitor.** Augusto Guzzo Revista Acadêmica, São Paulo, n. 2, p. 43-52. 2012. Disponível em:  
<[http://fics.edu.br/index.php/augusto\\_guzzo/article/view/81](http://fics.edu.br/index.php/augusto_guzzo/article/view/81)>. Acesso em: 31 aug. 2020.

LAVOISIER, J. **Traité Élémentaire de Chimie.** Paris, 1789.

LORENZETTI, L. **Alfabetização científica no contexto das séries iniciais.** Dissertação apresentada como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em educação na área de Educação e Ciência, do Curso de Mestrado em Educação da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2000.

LUCISANO, F. **O uso da história da ciência como estratégia de ensino de física:** uma proposta para a construção do conhecimento científico sobre o

eletromagnetismo a partir do experimento de Ørsted. Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor, PDE. Artigos - vol. 1. Curitiba, 2014.

MACIEL, D.; BIANCONI, L. **Um Breve Histórico das Enzimas**. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/33034488-Voce-sabia-aula-1-um-breve-historico-das-enzimas-daniele-maciel-e-lucia-bianconi-catalise.html>>. 2017. Acesso em 5 mar 2019.

MALDANER, O. A., ZANON, L. B., AUTH, M. A. **Pesquisa sobre educação em ciências e formação de professores**. IN. SANTOS, F. M. T., GRECA, I. M. A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas metodologias. Ijuí: Unijuí, 2006.

MARTINS, L. **História da ciência: objetos, métodos e problemas**. Ciência & Educação, v. 11, n. 2, p. 305-317. Bauru, 2005

MATTHEWS, M. R. **Historia y Epistemología de las Ciencias: Historia, Filosofía y Enseñanza de las Ciencias - La Aproximación Actual**. Enseñanza de las Ciencias, 1994.

MATTHEWS, M. R. **História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 12, n. 3, 1995.

MENEZES, E. T. de.; SANTOS, T. H. dos. **Paradidáticos (verbete)**. **Dicionário Interativo da Educação Brasileira**. EducaBrasil. São Paulo: Midiamix Editora, 2002.

MICHEL, F. V.A **Origem Do Livro Didático**. Disponível em: <<https://meuartigo.brasilecola.uol.com.br/pedagogia/a-origem-livro-didatico.htm>>. Acesso em: 04 mar 2020.

MONTEIRO, M.; MARTINS, A. **História da ciência na sala de aula: Uma sequência didática sobre o conceito de inércia.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 37, n. 4, 4501. 2015.

MORIN, E. **Os Sete Saberes Necessários à Educação do Futuro.** São Paulo: Editora Cortez, 2011.

MOURA, B. **O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência?** Revista Brasileira de História da Ciência, v. 7, n. 1, p. 32-46. Rio de Janeiro, 2014

NASCIMENTO et al. **Conhecimento biológico nos documentos curriculares nacionais do ensino médio: Uma análise histórico-filosófica a partir dos estatutos da biologia.** Investigações em Ensino de Ciências – V16(2), pp. 223-243. Bauru, 2011.

OKI, M.; MORADILLO, E. **O ensino de história da química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência.** Ciência e educação, vol.14 no.1. Bauru, 2008.

ORTIZ, E.; SILVA, M. **O uso de abordagens da história da ciência no ensino de biologia: uma proposta para trabalhar a participação da cientista Rosalind Franklin na construção do modelo da dupla hélice do DNA.** Investigações em ensino de ciências - volume 21 (1). 2016.

PAYEN, A.; PERSOZ, J.F. **Mémoire sur la diástase, Les Principaux Produits de ses Réactions, et Leur Applications aux Arts Industriels.** Paris, 1833.

PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS (ENSINO MÉDIO). **Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias,** 1999.

PASTEUR, L. **Memoire sur la fermentation alcoolique**, Paris, 1860.

POSSOBOM, C; OKADA, F; DINIZ, R. **Atividades práticas de laboratório no ensino de biologia e de ciências: relato de uma experiência**. Disponível em: <<http://www.unesp.br/prograd/PDFNE2002/atividadespraticas.pdf>>. Acesso em: 12 Dez 2019.

PRESTES, M.E.B.; CALDEIRA, A.M.A. **Introdução: A Importância da História da Ciência na Educação Científica**. Filosofia e História da Biologia, v. 4, p. 1-16, 2009.

SANTOS, A. **Complexidade e Transdisciplinaridade em Educação: Cinco Princípios para Resgatar o Elo Perdido**. Revista Brasileira de Educação. V.13, N.37, jan./abr. 2008.

SAVIANI, D. **História das ideias pedagógicas no Brasil**. Autores Associados, p. 473. Campinas, 2007.

SILVA, M. A. **A fetichização do livro didático**. Educação e Realidade, v. 37, n. 3, set./dez. de 2012, p. 803-821.

SUMNER, J. **The Isolation and Crystallization of the Enzyme Urease**. Biol. Chem., 69, 435. Cambridge, 1926.

TERRA, V. e LEITE, S. **Articulação de Saberes Escolares, Científicos e Populares por Meio da Produção Artesanal de Vinagre: Um Enfoque Cts/Ctsa na Educação de Química**. Reflexões em Ensino de Ciências Vol. 3. Capítulo IV. Atena Editora. Páginas 40-54. Ponta Grossa – Pr. 2018.

ZACHEU, A. A. P. e CASTRO, L. L. O. **Dos Tempos Imperiais Ao Pnld: A Problemática Do Livro Didático No Brasil**. UNESP/Bauru. 2020.