

ENSINO DE QUÍMICA: A PRODUÇÃO DE ETANOL EM UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA PARA O ENSINO MÉDIO

SILVA, Tiago Souza¹; TAVARES, Carla Valéria Ferreira²

¹ Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Pernambuco Dead/IFPE, ² Mestre Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Estadual da Paraíba – UEPB/CCT, Professora formadora em Ensino de Ciências pelo Dead/IFPE

RESUMO

Atualmente a discussão do desafio tecnológico na produção de etanol combustível no Brasil, vem tomado imensa notoriedade por parte das autoridades brasileiras em energia, por conta da escassez de combustíveis, principalmente a gasolina que é extraída de uma fonte não renovável que é o petróleo, juntamente com a necessidade de esclarecer a sociedade, que fontes de energias renováveis, como o etanol, geram menos impactos ambientais. Sendo assim, nesta pesquisa tivemos como objetivo investigar as atividades experimentais numa intervenção didática no processo de construção dos conceitos científicos que envolvem as etapas de produção de Etanol. A metodologia adotada foi desenvolvida com uma abordagem qualitativa, exploratória de forma descritiva a partir de três momentos pedagógicos na compreensão e produção de etanol por meio de uma sequência didática. Os resultados da proposta didática nos revelaram que os estudantes possuíam conceitos intuitivos, mas que foram superados durante o desenvolvimento dos procedimentos, despertando o espírito crítico, criativo e investigativo. Sendo assim, conclui-se que a partir das aplicações de atividades investigativas, fica evidente que os estudantes contribuíram com o levantamento de hipóteses, como também, refletiram e estabeleceram relações das situações vivenciadas com o tema estudado, contribuindo de forma significativa para a evolução dos seus conceitos.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Química, sequência didática, atividade experimental, produção de etanol.

1. Introdução

1.1 Um breve contexto na produção do Etanol

A síntese de etanol para a produção de combustível vem sendo um grande desafio na área de ciência e tecnologia, por ser o Brasil o segundo maior produtor mundial de etanol combustível, atrás apenas dos Estados Unidos da América (EUA), e ter uma matéria prima para a produção de Etanol, que é a cana-de-açúcar, muito mais eficiente do que o milho, que é a matéria prima utilizada na produção de etanol combustível nos Estados Unidos.

Mesmo assim não faltaram iniciativas do governo para alavancar a produção de etanol combustível no Brasil, pois na década de 1970 foi criado o Programa Nacional do Álcool o (Proálcool), que dava incentivos fiscais e linhas de crédito para os produtores de cana-de-açúcar para aumentar a produção de Etanol no Brasil (USBERCO, 2014. p.620).

De acordo com a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), o Brasil só produz etanol a partir da cana-de-açúcar, pois é a cultura que oferece mais vantagens energéticas e econômicas (ANP, 2010).

No início dos anos 2000, o governo brasileiro investiu em grande escala na produção de combustível (gasolina), parte dessa produção era importada de outros países, com isso voltou a subir bastante o consumo, e o logo à necessidade de desenvolver uma tecnologia para carros com o uso de bicomcombustíveis em boa parte do mundo, como mostra o documento do (BNDES – CGEE, 2008).

Juntamente com a ideia de incentivar as fontes alternativas de energia renováveis frente às energias geradas por combustíveis fósseis que eliminam dióxido de carbono, um dos grandes vilões do aquecimento global.

Entre suas diversas aplicações, o etanol pode ser usado como combustível, como aditivo para gasolina como solvente em diversas aplicações na indústria e como desinfetante natural na formulação de produtos de limpeza. Para o uso existem dois tipos de etanol combustível: o hidratado, consumido em motores desenvolvidos para este fim, e o anidro, que é misturado à gasolina, sem prejuízo para os motores, em proporções variáveis (CAPELETTO, 1992).

1.2 O ensino de Ciências e o uso de experimentos nas aulas de Química

Desde a década de 1980, com elaboração de documentos importantes nos Estados Unidos que o ensino de ciências vem mudando um pouco o modelo tradicional de ensino, como relatado por BARROW (2006):

No final dos anos 1980, foi elaborado um documento nos Estados Unidos intitulado *Science For All Americans*. Nesse documento, os autores recomendavam que o Ensino de Ciências deveria ser coerente com a natureza da investigação científica. Os estudantes, então, teriam que aprender determinados procedimentos como: observar, anotar, manipular, descrever, fazer perguntas e tentar encontrar respostas para as perguntas. Posteriormente, em 1996, houve a publicação de outro documento intitulado *National Science Education Standards*, em que são propostas algumas orientações para a Alfabetização Científica, reconhecendo também a importância do ensino por investigação (BARROW, 2006, p. 51).

Bem como, em virtude da criação de novas concepções para o ensino de ciências, conseqüentemente para o Ensino de Química (E.Q) destacando o ensino por investigação que vem ganhando muitos adeptos no Brasil, como indicado por WARTHA & LEMOS (2016).

Esse método vem sendo utilizado por muitos professores e pesquisadores no Ensino de Química (E.Q) por ter uma resposta muito boa quando se quer trabalhar conceitos fundamentais da química, sem ter que utilizar uma linguagem mais formal da ciência Química, também sendo uma forma reflexiva e contextualizada de se abordar os conteúdos.

O conhecimento deve ser construído de forma reflexiva, com a participação ativa dos alunos, tendo o professor como um mediador do conhecimento, ou seja, o professor é a peça chave no desenvolvimento das atividades experimentais, pois, é ele quem fará a introdução de pontos eficazes do trabalho, com procedimentos adequados as necessidades dos alunos.

Sendo assim, as aulas práticas são uma maneira eficiente de ensinar e melhorar o entendimento dos conteúdos estudados, facilitando a aprendizagem. Nesse sentido, os experimentos facilitam a compreensão da natureza da ciência e dos seus conceitos se auxiliam no desenvolvimento de atitudes científicas e no diagnóstico de concepções não científicas, despertando o interesse do aluno pela ciência.

Em contribuição com o uso de experimentos em aulas práticas Oliveira (2012) coloca que, “entre as possíveis contribuições do trabalho experimental, está à capacidade de trabalhar em grupo, rompendo o comum trabalho isolado dos alunos e contribuindo para a socialização deles e o desenvolvimento da iniciativa pessoal e a tomada de decisão, sendo necessário para isso garantir a liberdade de expressão, rompendo a inatividade física e intelectual dos alunos”.

2. Fundamentação Teórica

2.1 Os três momentos pedagógicos de Delizoivov

O teórico Delizoicov desenvolveu em 1982, uma proposta pedagógica baseada em três momentos, na qual, o processo de ensino aprendizagem deveria ocorrer de acordo com a função a que se propunha para cada momento, que são: a problematização inicial, a organização do conhecimento e a aplicação do conhecimento.

Segundo Delizoicov (1990) o primeiro momento pedagógico se inicia a partir da introdução de um conteúdo específico, ou seja, é a problematização inicial, que visa à ligação desse conteúdo com situações reais que os alunos conhecem e presenciam, mas que não conseguem interpretar completa ou corretamente, porque provavelmente não dispõem de conhecimentos científicos suficientes.

A segunda etapa da proposta pedagógica de Delizoicov é caracterizada pelo fato de que os conhecimentos específicos necessários para a compreensão do tema, ainda não foram organizados ou sistematizados de tal forma que os estudantes ainda não conseguem resolver os

problemas com a abordagem inicial da primeira etapa, cabendo ao professor realizar diversas atividades didático-pedagógicas para a sistematização do conhecimento.

Na terceira e última etapa, Delizoicov descreve como o momento em que o educando verifica a aprendizagem por ele construída, colocando em prática toda essa carga de conhecimento para resolver os problemas iniciais, bem como outros problemas de mesma natureza, e finaliza o processo de ensino e aprendizagem dos três momentos pedagógicos, sendo conhecido como etapa de aplicação do conhecimento.

3. Metodologia

A metodologia adotada no estudo foi desenvolvida a partir de uma abordagem, qualitativa, exploratória de forma descritiva, qualitativa por ter como objetivo levar o pesquisador a uma análise mais específica dos fenômenos estudados, ou seja, ações das pessoas, grupos ou organizações em seu ambiente social (OLIVEIRA, 2008).

O campo e sujeitos da pesquisa foram uma escola pública federal do município de São Lourenço da Mata - PE, em uma turma do terceiro ano do Ensino Médio Técnico num total de 30 alunos.

Os procedimentos metodológicos da pesquisa foram desenvolvidos a partir de 3 (três) etapas didáticas equivalentes com os três momentos pedagógicos, representado no quadro abaixo:

Etapa 1 – Primeiro Momento (problematização inicial): Abordagem dos conhecimentos prévios dos alunos, com uma aula introdutória sobre o processo de produção de etanol, apresentando alguns problemas iniciais relacionados à Química para o processo de produção de etanol.

Etapa 2 – Segundo Momento (organização do conhecimento): Aula com conhecimento e abordagem dos conteúdos como: preparação do solo, fermentação, destilação e tratamento de resíduos, para a sistematização do conhecimento.

Etapa 3 – Terceiro Momento (aplicação do conhecimento): Aula experimental para melhorar o entendimento dos conteúdos de Química aplicados ao processo de produção de etanol, acompanhado da aplicação do questionário pós-teste.

4. Resultados e discussão

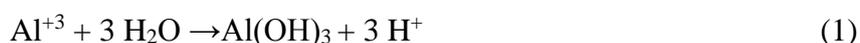
A sequência didática foi iniciada com uma abordagem sobre a produção de Etanol na zona da Mata Norte de Pernambuco, com o levantamento de duas perguntas norteadoras: **1.**

Qual era a importância desse conteúdo para o desenvolvimento da agroindústria daquela região? 2. E quais seriam os principais problemas que estavam associados à produção de etanol na zona da mata norte de Pernambuco?

Na ocasião foram indagados três problemas iniciais: a eliminação de gases poluentes durante a queima da cana de açúcar, a acidez do solo naquela região, e a contaminação dos rios e lençóis freáticos pelo lançamento da vinhaça.

Durante essa aula observou-se que os alunos já conheciam e tinham uma familiaridade com os problemas levantados, principalmente relacionados a acidez do solo e da contaminação dos rios pela vinhaça, porém desconheciam quais eram as espécies químicas que geravam a acidez do solo, e porque alguma espécie química encontradas no solo daquela região deixa-o mais ácido.

Em relação ao conceito de acidez e basicidade, o mesmo foi construído através do problema das altas concentrações dos íons de Al^{+3} que atrapalhavam o desenvolvimento da cana de açúcar. Através dessa situação-problema os alunos puderam entender que o íon de Al^{+3} era o causador da acidez no solo, e apresentava característica ácida por ter a capacidade de receber pares de elétrons da molécula da água, sofrendo uma hidrólise e gerando mais íons H^+ no solo, como também o conceito formal de acidez da química estabelecido por Lewis e Arrhenius, na equação de reação abaixo:



Na segunda aula da sequência didático-pedagógica, o assunto sobre a produção do etanol, foi dividido em quatro partes, que foram: a preparação do solo, a fermentação, a destilação, e o tratamento dos resíduos sólidos e líquidos.

Na parte da preparação do solo, foi socializado com os alunos a necessidade de uma análise química do solo, no sentido de apresentar a deficiência de alguns de seus nutrientes essenciais, como: Nitrogênio, Fósforo e Potássio, chamados de macronutrientes.

Se não houver os nutrientes necessários no solo a planta não realizará a fotossíntese de forma adequada, e a síntese da sacarose será afetada, podendo existir outros nutrientes no solo que atrapalhem o desenvolvimento da cana de açúcar, como realmente acontece na zona da Mata Norte de Pernambuco, que apresenta altas concentrações de íons de Al^{+3} , provocando acidez, logo sendo necessária uma correção de (pH) utilizando a técnica da calagem, em que é incorporado ao solo o carbonato de cálcio ($CaCO_3$).

Para a terceira aula da sequência foi reservado à parte experimental, na qual foram realizados três experimentos assim denominados: a determinação da acidez e alcalinidade do

solo, a fermentação utilizando um destilador alternativo, e a caracterização da fase orgânica da vinha, onde cada experimento realizado tinha o objetivo de trazer uma discussão em relação a uma ou mais etapas dos processos de produção do etanol, e fechar a sequência com algumas conclusões finais.

Figura 1. Experimento para determinação da acidez e alcalinidade do solo.



Fonte. Para fins de pesquisa, SILVA 2018.

Neste experimento os alunos tiveram a oportunidade de verificar se as duas amostras de solo, extraídas da área de plantio de cana de açúcar, apresentavam características ácidas ou básicas, por isso nas amostras foram colocados uma solução de bicarbonato de sódio e vinagre com o objetivo de observar se ocorria alguma reação, pois se algum deles reagissem eram porque apresentavam características contrárias a substância aplicada

Figura 2. Experimento de fermentação com destilador alternativo.



Fonte. Para fins de pesquisa, SILVA 2018.

Para o experimento corresponde à etapa de destilação foram utilizados materiais alternativos, como chapa aquecedora elétrica comum, solução fermentante com kitassato, uma

mangueira utilizada na construção civil, que transferi o líquido destilado para uma caixa de isopor, condensando e recolhendo no lado oposto da solução fermentante, com cerca de 20g de fermento biológico, que já fermentado e foi conectado com uma mangueira de construção e a um destilador alternativo que contém gelo por volta da mangueira.

Figura 3. Experimento para caracterização da fase orgânica.



Fonte. Para fins de pesquisa, SILVA 2018.

Esse experimento consiste na caracterização da fase orgânica, o qual foi colocado para reagir e decantar com uma amostra da vinhaça e uma solução de dicromato de potássio em meio fortemente ácido (ácido sulfúrico PA), com o objetivo de oxidar o carbono da fase orgânica.

Nessa seção apresentaremos uma análise dos Quadros 1, 2 e 3 referente às respostas dos estudantes ao questionário aplicado na momento das atividades propostas.

Quadro 1. Análise da situação problema sobre a amostra do solo.

Situação Problema 1
<p>O pH do solo é uma medida da acidez e alcalinidade dos solos, Os níveis de pH variam de 0 a 14, com 7 sendo neutro, abaixo de 7 ácido e acima de 7 alcalino. A faixa ideal de pH para a maioria das plantas é entre 5,5 e 7,0; entretanto, em uma amostra de solo encontrada no município de São Lourenço da Mata – PE, onde se cultiva cana de açúcar, foi detectado um pH de 4,8. Um grupo de estudantes foi chamado para solucionar esse problema, no qual foram disponibilizados para esses estudantes três amostra para corrigir esse solo. As amostras são de:</p> <p>Amostra 1 = Carbonato de Cálcio Amostra 2 = Cloreto de Alumínio Amostra 3 = Cloreto de Sódio</p> <p>Pergunta-se, qual será a amostra utilizada pelos estudantes para correção do solo?</p>

Fonte. Dados para fins da pesquisa, SILVA 2018.

Nessa situação-problema, o aluno logo no começo do texto é informado que o (pH) é

Pré-teste				Pós-teste			
N. total de estudantes	N. de estudantes presentes	Moda de acerto da turma (%)	Média de acerto da turma (%)	N. total de estudantes	N. de estudantes presentes	Moda de acerto da turma (%)	Média de acerto da turma
30	28	30%	30%	30	28	65%	67%

uma medida da acidez e alcalinidade do solo, como também a faixa de variação do (pH) e principalmente a faixa de pH das plantas, no caso dessa situação-problema seria a cana de açúcar, mas em momento algum foi apresentado o conceito de acidez e basicidade para o aluno.

Foi nessa fase que o aluno pode compreender de fato o problema, mas o interessante é que neste caso foi observado que os alunos não dominavam o conceito sobre acidez, mas tinham uma familiaridade com o processo, inclusive sabiam que o solo da região onde eles estavam era ácido, mesmo antes de resolver o problema.

Quadro 2. Análise da situação-problema sobre a obtenção do Etanol.

Fonte. *Dados para fins da pesquisa, SILVA 2018.*

Nesse sentido, fazer o experimento pode comprovar que os alunos dominavam técnica de correção de (pH), mas desconheciam a composição química da cal, e não sabiam por eram

Situação Problema 2

Se colocarmos uma amostra de caldo de cana, em um recipiente fechado, e com a ausência da luz durante dois dias, será que vamos obter etanol?

Pré-teste				Pós-teste			
N. total de estudantes	N. de estudantes presentes	Moda de acerto da turma (%)	Média de acerto da turma (%)	N. total de Estudantes	N. de estudantes presentes	Moda de acerto da turma (%)	Média de acerto da turma
30	28	45%	42%	30	28	80%	82%

utilizados a cal e não outra substância química.

Na fase do pós-teste, os alunos puderam entender através do questionamento qual era o conceito de acidez e alcalinidade que a química utiliza, bem como quem eram as espécies químicas responsáveis pela acidez do solo, no caso era o íon de Al^{+3} , porque ele era ácido, e

também a composição química da cal, que é o carbonato de cálcio (CaCO_3), e porque a cal é utilizada para corrigir o pH do solo.

Nessa situação-problema, foram colocados para os alunos que se colocassem uma amostra de caldo de cana em um ambiente escuro, iria acontecer à fermentação, onde o aluno que não prestasse a atenção iria achar que sim, porém a questão não era a condição de ser escuro, e sim de ter microrganismos que pudesse transformar a sacarose em etanol através da fermentação.

Já na fase do pós-teste isso ficou mais claro para os alunos, após a realização do experimento como ocorria à fermentação alcoólica da sacarose.

Ainda na parte experimental o aluno pode comprovar alguns indícios da reação, por meio do aborbulhamento do CO_2 na amostra do solo ácido, como também no experimento da fermentação aonde o CO_2 era eliminado durante a fermentação.

O experimento oportunizou um momento de aprendizagem diferente para o aluno, interagindo e questionando sobre determinadas ocorrências no fenômeno químico.

Quadro 3. Análise da situação-problema sobre a fermentação do caldo de cana.

Fonte. Dados para fins da pesquisa, SILVA 2018.

Nesta situação-problema, a questão mais importante não foi à produção do Etanol, em si. Para produzir o Etanol, como o conhecimento do que fazer com o resíduo sólido, líquido ou

Situação Problema 3

Um grupo de estudantes da zona da mata norte de Pernambuco, realizou um experimento para produzir etanol, a partir do caldo de cana fermentado, porém, o professor de química dessa turma deixou bem claro que ao término do experimento, os alunos não poderiam jogar nem um tipo de resíduo no meio ambiente, seja ele sólido, líquido ou gasoso. Pergunta-se, qual foi o destino do resíduo do caldo de cana fermentado, ao final do experimento?

Pré-teste				Pós-teste			
N. total de students	N. de estudantes presentes	Moda de acerto da turma (%)	Média de acerto da turma (%)	N. total de estudantes	N de estudantes presentes	Moda de acerto da turma (%)	Média de acerto da turma (%)
30	28	35%	33%	30	28	80%	84%

gasoso, ou seja, como ele iria utilizar os conhecimentos da química para tratar os resíduos.

Nessa etapa, foi verificado que os alunos apesar de dominarem um pouco dos conhecimentos técnicos para aquele tipo de situação, não eram capazes de resolver as situações-problemas.

Após a fase do pós-teste o aluno pode verificar que era necessário sim, tratar os resíduos, pois os mesmos lançados de forma inadequada no solo ou nos rios poderiam trazer grandes problemas ambientais, e para tanto era necessário tratá-los, utilizando os conhecimentos químicos, no caso, iria separar a fase orgânica, e depois utilizaria essa matéria prima da fase orgânica, por exemplo, para produzir gás metano em um biodigestor.

Antes dos experimentos os alunos achavam que os cuidados com a questão ambiental eram algo desnecessário para a produção de etanol, como a maioria das pessoas na sociedade até hoje acha, porém com aplicação dos experimentos, e também com os desdobramentos dos conteúdos apresentados durante a aula, puderam verificar que era possível se obter uma relação da produção agroindustrial, convivendo bem com os problemas ambientais, e que na realidade era só uma questão de saber lidar com a situação de forma correta para que se tenha um equilíbrio entre desenvolvimento agroindustrial e meio ambiente.

Quadro 4. Critérios de avaliações e seus respectivos percentuais de acerto nas situações problemas.

Critérios de avaliação para situação problema 1	Percentual de acerto por critério (%) de avaliação
a) Domínio dos conceitos de acidez e basicidade	15%
b) Reconhecimento de espécies químico ácido e básico.	35%
c) Explicar com clareza os motivos de acidez ou alcalinidade do solo.	20%
d) Tomar decisões adequadas para neutralizar a acidez ou alcalinidade do solo.	30%
Critérios de avaliação para situação problema 2	Percentual de acerto por critério (%) de avaliação
a) Reconhecimento de matéria prima que contenha carboidratos.	15%
b) Analisar as condições necessárias para ocorrência de uma fermentação.	35%
c) Identificar os tipos de microrganismos presentes na fermentação de carboidratos.	30%
d) Domínio das etapas de reação na formação do etanol.	20%
Critérios de avaliação para situação problema 3	Percentual de acerto por critério (%) de avaliação
a) Identificar os tipos de resíduos gerados na produção do etanol.	15%
b) Reconhecer a composição química dos resíduos.	20%

c) Tomar decisões adequadas para minimizar os efeitos dos resíduos lançados no solo ou rios.	35%
d) Analisar os riscos ambientais de contaminação do solo ou rios pelo lançamento dos resíduos.	30%

Fonte. *Dados para fins da pesquisa, SILVA 2018.*

Os critérios mostrados a cima foram estabelecidos para avaliar os alunos, visto que as situações-problemas são questões discursivas, então foram atribuídos percentagens de acertos distintas, para em seguida ser calculada uma média de acertos da turma antes e depois da aplicação, como também foi atribuída uma moda para saber quais critérios eram dominantes antes e depois da aplicação das atividades.

5. Conclusão

Após a aplicação da sequência didático-pedagógica, podemos constatar que partindo de investigações que envolveram situações-problemas reais e experimentos de cunho investigativos, a análise dos dados nos leva a crer que houve um aumento no percentual da média de acertos da turma em todas as situações-problemas apresentadas aos alunos, levando a concluir que houve uma melhora na compreensão do tema abordado, como também na capacidade de resolver problemas utilizando os conhecimentos científicos, tornando-se mais eficaz quando comparadas com abordagens outras, em aulas ditas tradicionais que tratam o assunto de forma restrita e conteudista, ou seja, os alunos apresentavam certo conhecimento técnico dos problemas a eles apresentados.

Entretanto faltavam a eles alguns conhecimentos científicos, que dessem um embasamento teórico maior para a resolução desses problemas associados à produção de Etanol, algo que é verificado quando percebemos que a moda percentual da turma, concorda com a percentagem dos critérios técnicos contidos nas avaliações das situações-problemas.

As abordagens investigativas contidas nas situações-problemas foram de extrema importância para construção de alguns conceitos fundamentais da química, necessários para uma compreensão mais ampla dos problemas. A utilização dos experimentos também foi algo bastante importante, pois os mesmos deram condições ao professor de ser um mediador do conhecimento, construindo o conhecimento de forma reflexiva, evitando um roteiro e algumas conclusões predeterminadas.

Referências Bibliográficas

CAPELETTO, A. Biologia e Educação ambiental: **Roteiros de trabalho**. Editora Ática, 1992. p. 224.

CARVALHO, A. M. P.; et al. **Ensino de Física** – Coleção Ideias em Ação. 2011.

Endereço Eletrônico: ANP- Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2010. Acesso em: 22/10/2017.

IZIQUIE, C, Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), **Relatório Anual 2008**, 2008, p.33.

GASPAR, A. Museus e centros de ciências: conceituação e proposta de um referencial teórico. 1993. **Tese** (doutorado) – Programa em Educação. Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (USP), São Paulo.

MOREIRA, M. A. **Sobre Monografias, Dissertações, Teses, Artigos e Projetos de Investigação: Significados e recomendações para Principiantes na Área de Educação Científica**. In: Actas de IPIDEC: textos de apoio do Programa Internacional de Doutorado em Ensino de Ciências da Universidade de Burgos. Vol. 5. Editores: Marco Antônio Moreira e Concessa Caballero. Porto Alegre: UFRGS, 2003.

OLIVEIRA, M. M. **Como fazer projetos, relatórios, monografias, dissertações e teses**. 4. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

ANGOTTIA, DELIZOICOV, "Física" (1990).

DELIZOICOV, D. MUENCHEN, C. "Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro Física". XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), Manaus, 2011.

USBERCO, João; SALVADOR, Edgard. Conecte Química, volume único, 1ed.- São Paulo: Saraiva 2014.

OVIGLI, D. F. B. Prática de ensino de ciências: o museu como espaço formativo. **Rev. Ensaio**, v.13, n.03, p.133-149, 2011.

BARROW, L. H. **A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards**. In: Journal of Science Teacher Education, 2006, 17:265–278, Springer 2006.

WARTHA, L. Abordagens investigativas no ensino de Química: limites e possibilidades. **Revista de Educação em Ciências e Matemática**, Amazônia, v.12 (24) Jan-Jul. 2016. p.05-13.