



**INTERVENÇÃO DIDÁTICA BASEADA NA
EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA: UM
ESTUDO SOBRE ÁCIDO-BASE NO ENSINO
MÉDIO**

**MARIA CIBELLY NOVAES NOGUEIRA
IVONEIDE LOPES DE CARVALHO BARROS
VERÔNICA TAVARES SANTOS BATINGA**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM
QUÍMICA EM REDE NACIONAL**

**INTERVENÇÃO DIDÁTICA BASEADA NA
EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA: UM ESTUDO
SOBRE ÁCIDO-BASE NO ENSINO MÉDIO**

**MARIA CIBELLY NOVAES NOGUEIRA
IVONEIDE LOPES DE CARVALHO BARROS
VERONICA TAVARES SANTOS BATINGA**

**RECIFE
2022**

APRESENTAÇÃO

A Química está presente no programa curricular do ensino fundamental e médio, e seu estudo é de grande importância, uma vez que a mesma está relacionada às necessidades básicas dos seres humanos. Como exemplo, pode-se citar os ácidos e bases. Estes possuem grande aplicação no dia-a-dia, estando presentes em alimentos, medicamentos, produtos de higiene pessoal, produtos de limpeza, inclusive em reações que ocorrem no nosso próprio organismo. No entanto, enquanto conteúdo escolar nota-se que tanto em sala de aula, quanto em artigos que tratam deste tema, os estudantes apresentam dificuldades em compreender os conceitos envolvidos e não conseguem estabelecer relações com o seu cotidiano.

Uma forma de contextualizar o conteúdo, bem como colocar o estudante como ser ativo na construção do seu conhecimento é a experimentação investigativa, uma vez que elas podem contribuir para o desenvolvimento de habilidade cognitivas, desde que sejam planejadas e executadas de forma a privilegiar a participação do aluno.

Sendo assim, objetivando apresentar aos docentes e pesquisadores da área de ensino uma proposta para trabalhar a temática ácido-base, propõe-se aqui uma intervenção didática baseada na experimentação investigativa para abordagem de ácidos e bases, voltada para estudantes do 3º ano do Ensino Médio, que poderá ser desenvolvida usando materiais alternativos e de baixo custo.

A intervenção didática foi organizada em cinco momentos pedagógicos consistindo em oito aulas, com atividades que abarcam os conteúdos de ácido e base, a partir da identificação de substâncias ácidas e básicas e análise do pH de amostras de solos.

Esta intervenção é um produto educacional desenvolvido durante o curso de mestrado profissional em química em rede nacional – PROFQUI- UFRPE, de modo a ser utilizada por professores no âmbito do ensino de Ciências da Natureza da educação básica, especialmente no Ensino de Química.

No decorrer deste produto educacional são apresentadas características da experimentação investigativa, formas de aplicação e possíveis contribuições que este material didático poderá trazer para a prática educacional.

Portanto, esperamos que este produto educacional possa contribuir com o planejamento de suas aulas e para a melhoria do ensino de Química na educação básica.

Sua reprodução é livre, desde que os autores sejam referenciados, podendo ser adaptada à sua realidade escolar.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	5
EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA.....	7
DESENVOLVIMENTO DA INTERVENÇÃO DIDÁTICA	9
PRIMEIRO MOMENTO: AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA.....	10
SEGUNDO MOMENTO: PROPOSIÇÃO DOS PROBLEMAS.....	12
TERCEIRO MOMENTO: RESOLUÇÃO DOS PROBLEMAS PELOS..... ESTUDANTES.....	14
QUARTO MOMENTO: SISTEMATIZAÇÃO DOS CONHECIMENTOS.....	17
(MOMENTO COLETIVO)	17
QUINTO MOMENTO: SISTEMATIZAÇÃO DOS CONHECIMENTOS/AVALIAÇÃO(MOMENTO INDIVIDUAL).	18
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23

INTRODUÇÃO

A experimentação no Ensino de Química se constitui em uma estratégia capaz de melhorar o entendimento de conceitos químicos (MONTEIRO et al, 2019). De acordo com Guimarães (2009), ela permite a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação, auxiliando o aluno na compreensão de fenômenos e conceitos químicos, permitindo a formação e o desenvolvimento do pensamento analítico (SILVA, MACHADO, TUNES, 2013).

Contudo, a maneira de organizar uma atividade experimental baseada em aspectos do ensino por investigação é muito diferente da atividade experimental tradicional (SOUZA et al, 2013). Neste caso, o experimento é planejado para que o aluno reflita, tomando consciência de suas ações e propondo explicações, visto que o experimento não se resume à simples manipulação de materiais e coleta de dados, mas busca um avanço para a construção do pensamento químico (CARVALHO et al, 1999). De acordo com Souza e colaboradores (2013), as atividades experimentais investigativas devem partir de problemas que possam interessar os alunos a participar da investigação, na qual eles irão buscar informações, propor hipóteses sobre o fenômeno em estudo, testar tais hipóteses, elaborar explicações, e também discutir os resultados para a elaboração de conclusões acerca do problema.

Enquanto conteúdo escolar, os conceitos de ácidos e bases, bem como o pH são uns dos assuntos abordados no Ensino Médio (ANTUNES et al, 2009). No entanto, mesmo diante de sua relevância, raramente estão relacionados a outras áreas do conhecimento e com a própria vivência do estudante e, na maioria das vezes, sua aplicação e importância não são contextualizadas e os alunos acabam por considerar o conteúdo sem sentido já que não conseguem estabelecer relações com o seu cotidiano, passando apenas a memorizar os conceitos e as fórmulas matemáticas ensinadas (ANTUNES, PACHECO, GIOVANELA; 2008).

Ao analisar estudos publicados sobre a temática em questão, foi constatado que os estudantes apresentavam uma ideia superficial e decorada dos conceitos ácido-base, não conseguindo correlacioná-los com suas vidas, e/ou concepções simplistas, fazendo

associações ao poder corrosivo e ao sabor característico dos ácidos, e com desconhecimento dos significados para os conceitos do ponto de vista científico (FIGUEIRA et al; 2009); (FIGUEIRA e ROCHA; 2011); (OLIVEIRA, 2008); (CARDOSO, SILVA E LIMA; 2014). Este fator reforça a necessidade de ensinar química a partir das relações entre o conceito científico e o cotidiano (CARDOSO, SILVA, LIMA; 2014). Uma forma é a partir do uso da experimentação investigativa. Nesta, o experimento é planejado para que o aluno reflita, tomando consciência de suas ações e propondo explicações, resolvendo problemas, visto que o experimento não se resume à simples manipulação de materiais e coleta de dados (CARVALHO et al, 1999).

EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA

De acordo com Souza e colaboradores (2013), a experimentação investigativa parte de problemas que possam interessar os alunos a participar da investigação, na qual eles irão buscar informações, propor e/ou testar hipóteses, elaborar explicações sobre o fenômeno em estudo, e também discutir os resultados em grupos para a elaboração de conclusões acerca do problema.

Para Carvalho (2018), o problema se torna importante em atividades experimentais introdutoras de conceitos ou sistematizadoras de dados que levarão a leis quando se procura relações entre outros conceitos já aprendidos. Ele introduz nova proposta teórica e muitas outras estruturas científicas que devem ser postas na aprendizagem das Ciências. Assim, um bom problema, nas aulas experimentais, é aquele que dá condições para que os alunos passem das ações manipulativas às ações intelectuais, partindo da elaboração e teste de hipóteses, raciocínio proporcional, construção da linguagem científica, até a construção de explicações causais e legais, como conceitos e leis. Além disso, o uso da experimentação investigativa possibilita ao aluno desenvolver a capacidade de trabalhar em equipe e do senso crítico (SUART, 2008).

Considerando a realização da experimentação investigativa, Carvalho (2013) propõe quatro etapas, conforme mostrado na figura abaixo.

Etapas para a experimentação investigativa.



Fonte: adaptado de Carvalho (2013).

A primeira consiste na apresentação de um problema com o objetivo de introduzir os alunos no tópico desejado e oferecer condições para que pensem e trabalhem com variáveis relevantes do fenômeno científico do conteúdo programático, além do fornecimento de materiais para a sua resolução, o qual deve ser intrigante para despertar a atenção dos alunos e de fácil manejo. Em seguida, tem-se a resolução do problema pelos alunos; na qual as ações manipulativas dos alunos dão condições de levantarem hipóteses e testá-las, sendo que o professor tem o papel de verificar se os grupos entenderam o problema proposto e deixá-los trabalhar. A terceira etapa corresponde à sistematização dos conhecimentos elaborados em grupo, por meio de um debate entre professor e aluno, em que os estudantes expõem suas respectivas soluções e todo o processo que os levou a chegar às suas conclusões sobre determinado problema. Por fim, tem-se a etapa que congrega a sistematização individual do conhecimento de cada estudante, que consiste em uma avaliação, que em geral é escrita.

Na experimentação investigativa, segundo Oliveira e Soares (2010), a partir de situações simples, busca-se discutir conceitos prévios e suscitar dúvidas com relação aos mesmos, iniciando assim, uma discussão na direção de uma aprendizagem mais significativa, esse tipo de atividade permite ao aluno fazer inferências que os possibilitem encontrar soluções para a situação problemática inicial proposta pelo professor, construindo assim o seu conhecimento escolar.

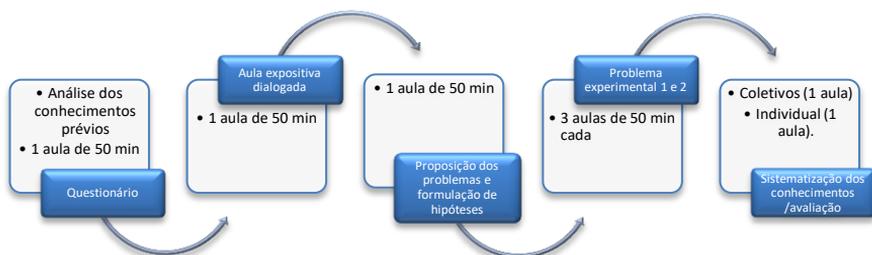
Portanto, conhecer as concepções prévias que os alunos trazem para a sala de aula, antes do ensino de alguns conceitos, pode auxiliar o professor na elaboração de estratégias de ensino a fim de superar as dificuldades de aprendizagem dos conceitos científicos pelos estudantes (SOUZA et al, 2013).

DESENVOLVIMENTO DA INTERVENÇÃO DIDÁTICA

Esta intervenção didática baseou-se na experimentação investigativa, trazendo elementos do ensino por investigação, proposta por Carvalho (2013).

Ela foi dividida em cinco momentos pedagógicos, sendo eles: avaliação diagnóstica; proposição dos problemas; resolução do problema pelos estudantes; sistematização dos conhecimentos (momento coletivo) e sistematização dos conhecimentos/avaliação (momento individual).

Para isso, foram utilizadas 8 aulas, de 50 minutos cada. O esquema abaixo traz uma síntese das atividades realizadas.



Apresentamos a seguir as etapas desenvolvidas.

PRIMEIRO MOMENTO: AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

Número de aulas de 50 minutos: 2.

Objetivo

Analisar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre ácidos e bases.

Metodologia

Aplicação de uma avaliação diagnóstica, consistindo em um questionário impresso composto por quatro questões abertas que tratem sobre a temática em estudo. Em seguida, o professor realizará uma aula expositiva dialogada, a fim de introduzir os conceitos sobre ácidos e bases, bem como suas propriedades, medidas de pH, além das teorias ácido-base de Arrhenius, de Bronsted-Lowry e de Lewis.

AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

QUESTÕES

1. PARA VOCÊ, O QUE É UM ÁCIDO E UMA BASE? EXPLIQUE.
2. ONDE PODEMOS ENCONTRAR UM ÁCIDO E UMA BASE? E COMO ELES ESTÃO RELACIONADOS COM A NOSSA VIDA?
3. PARA VOCÊ, O QUE CARACTERIZA UMA SUBSTÂNCIA ÁCIDA E/OU BÁSICA?
4. COMO PODEMOS IDENTIFICAR SE UMA SUBSTÂNCIA É ÁCIDA OU BÁSICA?

Para a análise das respostas dos alunos a este questionário, foram adotadas as categorias de análise segundo Cardoso, Lima e Silva (2014). Desse modo, as respostas foram categorizadas como: Respostas confusas, Associação com o cotidiano, Características de ácidos e bases, e Não respondeu, conforme mostrado no quadro abaixo.

Crêterios de análise das respostas dos estudantes referentes ao questionário da avalia o diagnóstica.

CATEGORIAS	DESCRI�O DA CATEGORIA
Características dos ácidos e bases	Respostas que apresentem conceitos químicos, como libera�o de H ⁺ em meio aquoso, para os ácidos, ou OH ⁻ , para as bases, ou pH, corrosão, sabor.
Associa�o com o cotidiano	Respostas que apresentem rela�o com o cotidiano, como suas aplica�es.
Respostas confusas	Respostas em que os alunos apresentem conceitos errôneos, ou respostas confusas, ou que haja apenas “sim” ou “não”, ou “não sei”.
Não respondeu	Se não houver registro de resposta.

Fonte: adaptado de Cardoso, Lima e Silva (2014).

SEGUNDO MOMENTO: PROPOSIÇÃO DOS PROBLEMAS

Número de aulas de 50 minutos: 1.

Objetivo

Apresentar dois problemas, para que os participantes possam analisar o problema e propor hipóteses para ele.

Metodologia

O professor pode realizar a formação de pequenos grupos, e em seguida, apresentar os dois problemas, que deverão ser resolvidos por todos os grupos. Com o intuito de contextualizar o primeiro problema, pode-se exibir o vídeo intitulado “A mistura de alguns produtos de limpeza pode causar danos à saúde” (Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=0i8R8dgvpMc&t=129s>).

Na sequência deve apresentar as situações-problema.

PRIMEIRO PROBLEMA EXPERIMENTAL

OS MATERIAIS DE LIMPEZA SÃO PRODUTOS QUÍMICOS ESSENCIAIS EM NOSSO DIA-A-DIA. NO ENTANTO, DEVIDO ÀS PROPRIEDADES QUÍMICAS DE ALGUNS, É NECESSÁRIO QUE SE TOMA CUIDADOS AO MANUSEA-LOS, UMA VEZ QUE PODEM CAUSAR QUEIMADURAS OU INTOXICAÇÃO, DEPENDENDO DA NATUREZA DA SUBSTÂNCIA E/OU DE SUA CONCENTRAÇÃO. COMO EXEMPLO, PODEMOS CITAR ÁGUA SANITÁRIA, ALVEJANTES, DETERGENTES, AJAX E AZULIM. DENTRE AS PROPRIEDADES QUÍMICAS DESSES MATERIAIS PODE-SE DESTACAR SEU CARÁTER ÁCIDO OU BÁSICO. COM O OBJETIVO DE MOBILIZAR OS CONCEITOS DE ÁCIDOS E BASES, E DISPONDO DOS MATERIAIS RELACIONADOS A SEGUIR, COMO PODEMOS IDENTIFICAR QUAIS DESTES MATERIAIS APRESENTAM COMPORTAMENTO ÁCIDO OU BÁSICO?

MATERIAIS:

- PAPEL INDICADOR UNIVERSAL;
- PÉTALAS DE HIBISCO;
- ÁLCOOL;
- BÉQUER;
- ERLNMEYER;
- ALMOFARIZ E PISTILO;
- PAPEL DE FILTRO;
- FUNIL ANALÍTICO;
- ÁGUA SANITÁRIA;
- DETERGENTE.

Ressalta-se que o professor poderá realizar ajustes, caso necessário, de acordo com o perfil dos seus alunos e realidade escolar.

Os estudantes deverão analisar os problemas e propor hipóteses. Para isso, é importante que o professor forneça um tempo de pelo menos 20 minutos.

TERCEIRO MOMENTO: RESOLUÇÃO DOS PROBLEMAS PELOS ESTUDANTES

Número de aulas de 50 minutos: 3.

Objetivo

Testar experimentalmente as hipóteses trazidas pelos estudantes para a resolução dos problemas.

Metodologia

Inicialmente o professor deverá coletar duas amostras de solos, e adulterar seu pH adicionando substâncias ácidas em uma, como vinagre, e no outro uma base, como soda caustica.

Em seguida, o professor irá disponibilizar os materiais necessários para a experimentação, e os estudantes, em grupos, irão testar suas hipóteses.

A experimentação poderá ser realizada no laboratório da escola ou em algum espaço alternativo. Também deve ser fornecida uma tabela, a fim de auxiliar os estudantes na resolução do problema.

Materiais para a aula experimental



Como esta investigação se enquadra no nível um de abertura, o professor pode orientar na resolução do problema. Sendo assim, os estudantes irão usar papel indicador para observar o valor do pH, e preparar o extrato do hibisco para usar como solução indicadora natural.

A preparação da solução seguirá a metodologia proposta por Palácio, Olguin e Cunha (2012). Segundo estes autores, ao adicionar a solução em meio ácido, ficará rosa; em meio básico, verde.

A seguir tem-se um esquema resumindo o processo:

Preparo do extrato da flor de hibisco



Tabela para auxiliar na resolução do problema.

MATERIAL	COR ANTES DA ADIÇÃO DO EXTRATO	COR APÓS A ADIÇÃO DO EXTRATO	VALOR DO PH NO PAPEL INDICADOR	CONCLUSÃO

Após testarem experimentalmente suas hipóteses, os estudantes podem compartilhar e

confrontarem suas observações e conclusões, além de expor suas dúvidas na sistematização coletiva dos conhecimentos, que corresponde ao quarto momento pedagógico.

Neste momento, para analisar o desenvolvimento da atividade, o professor poderá levar em consideração as ações envolvendo as interações sociais entre os alunos, alunos e professor-pesquisador, alunos e materiais disponíveis, capacidade de argumentação, construção da linguagem científica e a elaboração e teste de hipóteses.

QUARTO MOMENTO: SISTEMATIZAÇÃO DOS CONHECIMENTOS (MOMENTO COLETIVO)

Número de aulas de 50 minutos: 1.

Objetivo

Discutir e socializar o que foi vivenciado na resolução do problema.

Metodologia

Em sala de aula, o professor irá convidar todos os grupos, por meio de um debate entre professor e aluno, a compartilhar o que foi observado no experimento, apresentando os dados registrados na tabela fornecida anteriormente, suas explicações e justificativas com base no conhecimento químico, sempre acompanhada da mediação do professor no debate.

Este debate pode ser iniciado a partir das seguintes questões norteadoras:

- 1. Os materiais de limpeza limitam-se a serem apenas ácidos ou básicos?*
- 2. É possível identificar substâncias ácidas ou básicas a partir da mudança de cor?*
- 3. Com relação ao pH do solo, ele pode afetar a plantação?*
- 4. O que torna ácido ou básico os materiais que vocês analisaram?*

QUINTO MOMENTO: SISTEMATIZAÇÃO DOS CONHECIMENTOS/AVALIAÇÃO (MOMENTO INDIVIDUAL).

Número de aulas de 50 minutos: 1.

Objetivo

Promover a construção pessoal do conhecimento.

Metodologia

Em sala de aula, e de forma individual, o professor deve solicitar aos alunos que respondam um questionário, que foi estruturado em três questões, e devolverem ao término.

Nesta avaliação é importante o professor priorizar o caráter formativo, ou seja, obedecer aos princípios do ensino por investigação.

RESPONDA O QUE SE PEDE ABAIXO:

- 1. Qual a importância de se determinar e saber o pH dos materiais e substâncias?**
- 2. Qual a relação que pode existir entre acidez, basicidade e os solos?**
- 3. Como o conhecimento da Química pode contribuir para o conhecimento da fertilidade do solo e preservação do meio ambiente?**

O quadro a seguir relaciona as questões da avaliação, acrescidos dos objetivos de cada uma delas e a articulação apropriada com os problemas propostos.

Questões da avaliação.

QUESTÃO	OBJETIVO	ARTICULAÇÃO COM OS PROBLEMAS
<p>Q1. Qual a importância de se determinar e saber o pH dos materiais e substâncias?</p>	<p>Identificar se o estudante consegue relacionar que muitos dos materiais que usamos no dia a dia podem apresentar caráter ácido, básico ou neutro, e por isso alguns cuidados são necessários no manuseio destes materiais, como por exemplo, os de limpeza. Além de sua interferência quando descartados no solo, água, entre outros.</p>	<p>Problema experimental 1.</p>
<p>Q2. Qual a relação que pode existir entre acidez, basicidade e os solos?</p>	<p>Identificar se o estudante consegue mobilizar o conhecimento sobre acidez ou basicidade do solo como parâmetro para o desenvolvimento das plantações.</p>	<p>Problema experimental 2.</p>
<p>Q3. Como o conhecimento da Química pode contribuir para o conhecimento da fertilidade do solo e preservação do meio ambiente?</p>	<p>Identificar se o estudante consegue fazer a relação entre conceitos de ácidos e bases, pH no contexto da fertilidade do solo e como descarte de resíduos/rejeitos pode interferir na qualidade do meio ambiente.</p>	<p>Problema experimental 2.</p>

Fonte: autor (2022).

Para avaliar este momento, o professor poderá fazer um comparativo com as respostas obtidas no levantamento dos conhecimentos prévios e com as respostas dadas pelos alunos nesta avaliação, uma vez que as perguntas desta contemplam as ideias que foram

abordadas no questionário inicial.

O professor também poderá agrupar as respostas nas seguintes categorias: características dos ácidos e bases, cuidados com manuseio e saúde, descarte de materiais, confusas e não respondeu.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A validação desta intervenção didática se deu após a aplicação deste produto educacional em duas turmas de 3º ano do Ensino Médio de escola pública localizada no sertão pernambucano.

A análise dos conhecimentos prévios dos estudantes participantes da pesquisa mostrou que, embora o maior índice de respostas tenha se dado na categoria associação com o cotidiano, na maioria dos casos foi observado que elas apresentavam conceitos errôneos, e vagos, tais como “coca-cola é um ácido”, “ácido é uma substância, e base é uma base para ela”, o que implica dizer que poucos estudantes conseguiram definir ácidos e bases, e como eles estavam relacionados à vida cotidiana. Nestas em que houve tentativa de resposta com ideias mais acertadas, foi observada a existência de diferentes concepções alternativas para o conceito de ácidos e bases; contudo, esse conhecimento é mais voltado para o ácido, geralmente associando a algo perigoso e corrosivo, ou a alimentos.

Com relação à resolução dos problemas, os estudantes se mostraram empenhados, e participaram efetivamente da prática proposta, isso porque os problemas foram elaborados de acordo com Carvalho (2013), isto é, levando-se em consideração alguns pontos, tais como a relevância do problema, uma vez que este fazia parte do cotidiano do aluno, além de levar em consideração contexto em que escola está inserida.

A preparação da solução indicadora natural, bem como seu uso para identificar a acidez ou basicidade do solo foi muito significativa para os estudantes, uma vez que a maioria deles vive em zona rural, e dessa maneira, puderam observar a aplicação do conhecimento científico em algo da sua realidade.

Os resultados obtidos na avaliação, correspondente a última etapa desta intervenção, foram, de maneira geral, satisfatórios para as duas turmas, ao considerar que na avaliação diagnóstica a maioria dos estudantes de ambas as turmas não sabiam definir, nem relacionar como os ácidos e as bases estão relacionados com o seu cotidiano. Contudo, no decorrer das atividades propostas, percebeu-se que o conhecimento foi sendo construído, a partir de cada etapa realizada. E isto pôde ser observado, por

exemplo, no primeiro problema, ao afirmarem que os produtos de limpeza eram básicos, mas ao realizar o experimento perceberam que não se aplica a todos. Além disso, puderam observar que existe um pH ideal para o solo para que a planta se desenvolva, e que o descarte incorreto das substâncias pode influenciar no pH de solos e também no meio ambiente.

Portanto, percebe-se que a experimentação investigativa tem potencial para desenvolver nos estudantes a capacidade de resolver problemas, trabalho em equipe, e promover a construção do conhecimento científico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTUNES, M.; ADAMATTI, D. S.; PACHECO, M. A. R.; GIOVANELA, M. pH do Solo: Determinação com Indicadores Ácido-Base no Ensino Médio. [b]Revista Química Nova na Escola[b], v. 31, n. 4, p. 283-287, nov., 2009.
- CARDOSO, S.M.B.; SILVA, L.H.B.; LIMA, J.P.M. Concepções alternativas de estudantes da 1º série do ensino médio sobre ácidos e bases investigadas nas ações do PIBID/Química/UFS/São Cristóvão. **Scientia Plena**, v. 10, n. 8, p. 1-8, 2014.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de et al. Termodinâmica: um ensino por investigação. São Paulo: FEUSP, 1999.
- CARVALHO, A. M. P. (2013) Ensino de Ciências por Investigação: Condições de implementação em sala de aula. São Paulo Cengage Learning, 2013.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências doi: 10.28976/1984-2686rbpec2018183765, Dezembro, 2018.
- GUIMARÃES, C.C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. Química Nova na Escola, v.31, n. 3, 2009.
- MONTEIRO, P.C; RODRIGUES, M. A.; SANTIN FILHO, O; BATISTA, M.C. Ácidos e bases no cotidiano: uma proposta de experimento investigativo para o ensino médio. Revista prática docente. v. 4, n. 1, p. 227-241, jan/jun 2019.
- OLIVEIRA, A.M. **Concepções alternativas de estudantes do ensino médio sobre ácidos e bases: um estudo de caso.** Dissertação (mestrado). Porto Alegre – RS, 2008.
- OLIVEIRA, J. R. S. A perspectiva sócio-histórica de Vygotsky e suas relações com a prática da experimentação no ensino de Química. Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 3, n. 3, p. 25-45, 2010.
- SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. Ciência & Cognição. v. 14, p. 50-74, 2009.
- PALÁCIO, S.M.; OLGUIN, C.de. F.A.; CUNHA, M.B.da. Determinação de ácidos e bases por meio de extratos de flores. Educación química. Universidad Nacional Autónoma de México, ISSN 0187-893-X, 2012.
- SALESSE, A.M.T. A experimentação no ensino de química: importância das aulas práticas no processo de ensino aprendizagem. Monografia de Especialização. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira 2012.
- SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar Sem Medo de Errar. In: SANTOS,

W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org.). Ensino de Química em foco. Ijuí: Editora Unijuí, 2010, p. 231-261.

SOUZA, F.L. et al. Atividades experimentais investigativas no ensino de química. São Paulo: Edusp, 2013.