

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ALESSANDRO VIEIRA NEIVERTH

**A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA UTILIZANDO A  
ACIDIFICAÇÃO DOS OCEANOS COM FOCO NOS IMPACTOS DA  
VIDA MARINHA**

PONTAL DO PARANÁ

2017

ALESSANDRO VIEIRA NEIVERTH

**A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA UTILIZANDO A  
ACIDIFICAÇÃO DOS OCEANOS COM FOCO NOS IMPACTOS DA  
VIDA MARINHA**

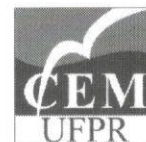
Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Licenciatura em  
Ciências Exatas habilitação em Química da  
Universidade Federal do Paraná como requisito  
à obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Sippel  
Machado.

Co-orientador: Prof. Dr. Pedro Toledo Netto.

PONTAL DO PARANÁ

2017



TERMO DE APROVAÇÃO

**ALESSANDRO VIEIRA NEIVERTH**

*A Experimentação no Ensino de Química utilizando a acidificação dos oceanos com foco nos impactos da vida marinha.*

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciado em Ciências Exatas - Química, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:

  
Dr. Guilherme Sippel Machado  
Orientador e Presidente

  
Dr<sup>a</sup>. Orliney Maciel Guimarães  
Membro Examinador

  
Dr<sup>a</sup>. Eliane do Rocio Alberti Comparin  
Membro Examinador

Pontal do Paraná, 19/12/2017.

*Primeiramente, a Deus, por seu enorme amor e compaixão, por me dar a vida, as oportunidades e o perdão.*

*A meus pais e familiares que foram grandes incentivadores e que sempre acreditaram em meu potencial, além de todo o amor e compreensão demonstrados.*

*À minha irmã Ana Julia, por me fazer manter o foco quando estava distraído.*

*Aos meus amigos, em especial Arthur, Kevin e Yago pela parceria, apoio, discussões e descontrações.*

*Às amigadas que desenvolvi no decorrer do curso, em especial a Camila, Gabriel, Ivana, Roberto, Talissa e Piera, por todos os momentos divertidos e entediantes que passamos juntos, as risadas e os memes.*

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus orientadores, Prof. Dr. Guilherme Sippel Machado e Prof. Dr. Pedro Toledo Netto, pelo acompanhamento, orientação e paciência.

Ao Curso de Licenciatura em Ciências Exatas, do Setor de Ciências da Terra da Universidade Federal do Paraná.

Aos colegas de classe que sempre estavam abertos a conversar sobre o tema quando as indecisões e dificuldades apareciam.

“Nada acontece duas vezes da mesma maneira.”

“Chorar ajuda por um tempo, mas depois é  
preciso parar de chorar e tomar uma decisão.”

- As Crônicas de Nárnia

## RESUMO

Este trabalho tem por finalidade apresentar a utilização da experimentação no ensino de química como um meio auxiliar no desenvolvimento de consciência ambiental sobre a temática de acidificação dos oceanos e seus impactos para a vida marinha. Para tal, procedimentos experimentais foram desenvolvidos e aplicados em turmas do Ensino Médio, utilizando materiais do dia-a-dia e voltando o foco para a compreensão dos conteúdos e da realidade ambiental atual. Para a primeira prática utilizou-se um indicador ácido-base natural de feijão preto, de forma a introduzir o conteúdo. Ao fim, um questionário foi aplicado inserindo os alunos na questão ambiental. A segunda prática abordava os impactos da acidificação das águas oceânicas para os organismos que utilizam estruturas formadas por carbonato de cálcio (tais como corais, mariscos e ostras). E por meio desta prática, o conteúdo pôde ser trabalhado. Ao fim, houve a aplicação de um questionário, para averiguação da aceitação das práticas pelos estudantes. O resultado foi positivo, indicando que a experimentação pode ser um bom método auxiliar para o aprendizado e o desenvolvimento da consciência ambiental estudantil.

Palavras-Chave: Experimentação, Química, Consciência Ambiental, Acidificação dos Oceanos.

## **ABSTRACT**

This work presents the use of experimentation in chemistry teaching, as an auxiliary way on the environmental awareness development about the ocean acidification and their impact for marine life. Experimental proceedings were developed and applied in high school classes, using daily materials and focusing on the understanding of content and the current environmental reality. The first practice used an acid-basic indicator of natural black bean, to introduce the students on the content. A quiz was applied to insert the students in the environmental question. The second practice would approach the acidification impacts in ocean water for organisms that use structures made by calcium carbonate (as corals, clams and oysters). By this practice, the content can be worked with the students. At the end, a new quiz was applied to verify the acceptance of the practical classroom. The result was positive, indicating that the experimentation can be a good auxiliary method for learning and to an environmental awareness development.

Key words: Experimentation, Chemistry, Environmental Awareness, Ocean Acidification.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - COMPARATIVO.....	12
FIGURA 2 - AMOSTRAS DESCONHECIDAS.....	16
FIGURA 3 - APÓS A ADIÇÃO DO INDICADOR.....	17
FIGURA 4 - AMOSTRA DE RESPOSTA SOBRE QUESTÃO COM FOCO AMBIENTAL.....	18
GRÁFICO 1 - RESPOSTAS DOS ALUNOS SOBRE A QUESTÃO COM FOCO AMBIENTAL.....	18
FIGURA 5 - INÍCIO DO PROCEDIMENTO DE DISSOLUÇÃO DAS CONCHAS.....	20
FIGURA 6 - PROCEDIMENTO DE DISSOLUÇÃO DAS CONCHAS APÓS DUAS HORAS.....	20
FIGURA 7 - AMOSTRAS DE RESPOSTAS DOS ALUNOS ACERCA DO USO DE EXPERIMENTOS.....	22

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>4</b>
3.1	A experimentação no ensino de Química e como esta auxilia na abordagem de temas de interesse ambiental.....	4
3.2	Emissões de CO <sub>2</sub> e a acidificação dos oceanos.....	6
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>16</b>
5.1	Experimento 1: Indicadores Ácido-Base.....	16
5.2	Experimento 2: O mar não está para conchas.....	19
5.3	Análise dos experimentos 1 e 2.....	21
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>23</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>24</b>
	<b>ANEXO 1 – QUESTIONÁRIO PARA AVERIGUAÇÃO DE ACEITAÇÃO</b> .....	<b>26</b>
	<b>ANEXO 2 – RESPOSTAS DOS ALUNOS</b> .....	<b>27</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A química, de um modo geral, é visto por muitos estudantes como algo exclusivo de cientistas, no entanto, está presente e acessível a qualquer um que desejar compreendê-la. Ela permite ao aluno desenvolver relações entre todas as coisas que ocorrem em seu dia-a-dia. Algo muito além de explosões, fumaça e cores, que permeiam o imaginário popular. A química existe no corpo, na água, nos alimentos, nas rochas, enfim, em praticamente qualquer lugar, enquanto houver matéria, haverá Química envolvida (PARANÁ, 2008).

As práticas experimentais nesta área do conhecimento implicam em uma participação ativa do aluno em seu processo de aprendizagem, o que lhe permite relacionar a teoria e a prática referente aos conteúdos de seu currículo escolar. A experimentação tem sua necessidade de realização defendida a mais de 2.200 anos, quando Aristóteles afirmou que “quem possua a noção sem a experiência, e conheça o universal ignorando o particular nele contido, enganar-se-á muitas vezes no tratamento” (*apud* GIORDAN, 1999, p.43).

É notável que a experimentação tem uma grande capacidade de oportunizar o interesse dos alunos e muitos professores acreditam que elas promovem a melhoria da capacidade de aprendizagem (GIORDAN, 1999, p.43), já que a construção do conhecimento científico depende de uma abordagem experimental e se dá por vezes no desenvolvimento de atividades investigativas (GIORDAN, 1999, p.43).

As práticas escolares voltadas à experimentação podem ter diversas finalidades: a familiarização com os fenômenos, a ilustração de princípios científicos, o desenvolvimento de atividades práticas, a constatação de uma hipótese e a investigação, sendo esta última a mais relevante para o aprendizado ao mesmo tempo em que não é tão utilizada (*apud* IZQUIERDO, 1999, p.46). Portanto, é fundamental que a experimentação não tenha um resultado predefinido, mas sim, um desfecho aberto, onde o aluno possa realizar uma análise sobre suas observações, permitindo assim um maior aprendizado significativo.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (BRASIL, 2001) defendem que a experimentação faz parte da vida, seja na escola ou no cotidiano de qualquer indivíduo, logo, é possível dizer que a experimentação nos colégios é uma prática que necessita ser contextualizada, aproximando o aluno do saber científico a

partir de seu conhecimento do senso comum. Quando não há relação entre estas duas partes, em teoria, não há aprendizagem significativa na formação do discente (GUIMARÃES, 2009).

Além do exposto acima, a experimentação pode ser utilizada para auxiliar na discussão de temas envolvendo questões como problemas ambientais (OLIVEIRA *et al.*, 2016), contribuindo de forma significativa para uma maior conscientização ambiental, auxiliando os alunos na compreensão acerca dos fenômenos que ocorrem no meio ambiente e possibilitando a formação de senso crítico e a capacidade de proposição de resoluções ou mitigações dos problemas vivenciados (OLIVEIRA *et al.*, 2016).

A partir de conversas com os orientadores surgiu o interesse em trabalhar com a experimentação, de forma a relacioná-la com a problemática da acidificação dos oceanos e seu impacto para a vida marinha, tema de grande interesse do autor, junto aos conteúdos presentes na ementa do ensino de Química de um colégio da rede estadual de ensino.

No presente trabalho, experimentos utilizando a temática “ácidos e bases” foram aplicados em turmas do Ensino Médio (EM) com o objetivo de se trabalhar, além dos conceitos químicos envolvidos e da própria experimentação na vivência dos alunos, a problemática da acidificação dos oceanos que ocorre devido ao excesso de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) na atmosfera, sendo um tema extremamente relevante para a população como um todo, mas sobretudo para uma região litorânea como Pontal do Paraná, lócus da pesquisa.

## 2 OBJETIVOS

O presente trabalho de conclusão de curso tem como seu principal objetivo propor e avaliar a utilização da experimentação, abordando a temática de acidificação dos oceanos e seus impactos para a vida marinha, no ensino de Química. De forma a auxiliar no desenvolvimento de consciência ambiental nos educandos. Utilizando para isto os conteúdos presentes nas Diretrizes Curriculares da Educação Básica de Química. Para tal, objetivos específicos foram escolhidos, de forma a alcançar o que se propôs. Dentre os objetivos específicos encontram-se:

- a) Realizar dois experimentos envolvendo conceitos de ácidos e bases em turmas do Ensino Médio.
- b) Relacionar os experimentos com o problema ambiental da acidificação dos oceanos e desafiar os alunos a proporem soluções para diminuição do problema.
- c) Avaliar a aceitação do uso da experimentação pelos alunos.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão apresentados alguns argumentos que defendem o uso da experimentação como auxiliar desenvolvimento do processo educativo, bem como uma contextualização sobre a questão de acidificação dos oceanos como forma de situar o leitor sobre os impactos da dissolução do CO<sub>2</sub> atmosférico nos oceanos.

#### 3.1 A experimentação no ensino de química e como esta auxilia na abordagem de temas de interesse ambiental.

Ouvir a frase “odeio química” é comum em muitas escolas, e toda essa resistência ao aprendizado da química pode ser agravada pela falta de contextualização da ciência ao cotidiano e à realidade escolar do estudante (CARVALHO *et al.*, 2007). Neste sentido, a abordagem de questões ambientais pode ser uma boa alternativa para aproximar o cotidiano da ciência química (OLIVEIRA *et al.*, 2016).

A contextualização sociocultural do conteúdo de ensino prevê que o aprendizado da química se estabeleça a partir do comprometimento com a cidadania, com a ética e com a mudança na postura do professor em relação à sua prática didático-pedagógica (CARVALHO *et al.*, 2007), sendo que o estudo da Química baseado na contextualização sociocultural deve possibilitar o desenvolvimento de uma visão crítica do mundo, habilitando o estudante a analisar, compreender e utilizar este conhecimento no cotidiano (CARVALHO *et al.*, 2007) e possibilitar a formação de senso crítico e a capacidade de proposição de resoluções ou mitigações dos problemas vivenciados.

No ensino de ciências, a experimentação pode ser uma estratégia funcional no desenvolvimento de situações-problemas reais, permitindo a contextualização e o incentivo de questionamentos investigativos (GUIMARÃES, 2009). De acordo com Galiazzi *et al.* (2004), as práticas experimentais devem auxiliar no processo de construção dos saberes por meio do questionamento, sendo necessário a superação do ensino fragmentado e descontextualizado presente na realidade.

Entretanto, apreciar a experimentação é algo bem diferente de utilizá-la ou compreendê-la corretamente. Poucos são os que refletem ou pesquisam sobre

questões como “Qual o papel didático da experimentação?” (SOUZA *et al.*, 2013). O fato de uma atividade experimental despertar nos alunos certa curiosidade ou fascínio não é o ponto de chegada da aula, mas o ponto de partida (SOUZA *et al.*, 2013), ou seja, a experimentação pode ser uma excelente estratégia de ensino às práticas pedagógicas do professor.

Em síntese, Galiuzzi e Gonçalves (2004, p. 326) afirmam que “alunos e professores têm teorias epistemológicas arraigadas que necessitam ser problematizadas, pois, de maneira geral, são simplistas, cunhadas em uma visão de Ciência neutra, objetiva, progressista, empirista”, (*apud* SOUZA *et al.*, 2013). Na concepção de Suart e Marcondes (2009) as práticas experimentais realizadas tanto no Ensino Médio quanto em muitas universidades, são tratadas de forma acrítica e desproblematizada. Além disso:

Pouca oportunidade é dada aos alunos no processo de coleta de dados, análise e elaboração de hipóteses. O professor é o detentor do conhecimento e a ciência é tratada de forma empírica e algorítmica. O aluno é o agente passivo da aula e a ele cabe seguir um protocolo proposto pelo professor para a atividade experimental, elaborar um relatório e tentar ao máximo se aproximar dos resultados já esperados. (SUART e MARCONDES, 2009, p.51).

A realização de atividades experimentais nas aulas de química tem função pedagógica, contribuindo amplamente para a aprendizagem da química, integrando a formação de conceitos, a aquisição de habilidades de pensamento e raciocínio, a compreensão do trabalho científico, a aplicação dos saberes práticos e teóricos na compreensão dos fenômenos físicos e o desenvolvimento da capacidade de argumentação científica (SOUZA *et al.*, 2013).

Segundo Francisco Junior, Ferreira e Hartwig (2008), as práticas experimentais podem ser desenvolvidas da forma ilustrativa e da forma investigativa, onde, na primeira, a experiência é apresentada com base em conceitos já discutidos, sem uma problematização ou discussão dos resultados. Enquanto, que na abordagem investigativa, a prática é apresentada antes dos conceitos, visando formar uma base para as questões a serem trabalhadas, além da reflexão e das indagações que o aluno pode desenvolver, apresentando uma diferente forma de pensar e falar sobre o mundo por meio da ciência. Assim, neste trabalho, práticas investigativas foram propostas aos alunos como ferramenta para se abordar um problema ambiental que vem se agravando: a acidificação dos oceanos. Além disso,

os alunos foram incentivados sempre a tentar propor alternativas para a diminuição do problema ambiental.

Em resumo, a experimentação pode ser considerada um dos pilares fundamentais da química (GIORDAN, 1999) e estudos indicam que esta é um recurso eficaz para ensino tanto de ciências (VALADARES, 2001, p. 38) quanto da Química em si (GUIMARÃES, 2009). E por ser fundamental, encontra-se presente em todos os níveis de formação onde a química é apresentada como conteúdo.

### **3.2 Emissões de CO<sub>2</sub> e a acidificação dos oceanos**

Grandes concentrações de CO<sub>2</sub> são lançadas diariamente na atmosfera terrestre (SONG, 2006; WANG *et al.*, 2011; SANTOS e RONCONI, 2014), com o advento da Revolução Industrial no século XVIII a busca por energia e manutenção dos processos industriais necessários à continuidade da sociedade humana moderna desencadeou o uso de matéria orgânica (SONG, 2006), seja de origem renovável ou fóssil, para geração de energia. Neste contexto, o CO<sub>2</sub> fixado na biosfera como lenho (efetivamente o carbono presente em plantas) ou na matéria decomposta e armazenada em depósitos geológicos (combustível fóssil como petróleo e gás natural) é novamente lançado à atmosfera pela queima da matéria orgânica para geração de energia (SANTOS e RONCONI, 2014).

Estudos realizados com amostras de ar aprisionado em blocos de gelo presentes em regiões polares, tanto ao sul quanto ao norte do planeta, indicaram que a concentração atmosférica de CO<sub>2</sub> antes da Revolução Industrial, ou seja, anterior ao século XVIII, era de aproximadamente 280 ppm (partes por milhão), subindo para 365 ppm em 1998 (BAIRD, 2004). Em novembro de 2017, a concentração atmosférica de CO<sub>2</sub> é de 403,38 ppm (DIÓXIDO DE CARBONO, 2017), com previsões alarmantes de atingir até 550 ppm no ano de 2050 (RAUPACH *et al.*, 2007). Um dos problemas gerados pelo aumento da concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera é o efeito estufa, responsável por um leve aumento, mas extremamente significativo da temperatura do planeta (SANTOS e RONCONI, 2014), que pode acarretar em sérios problemas ao meio ambiente.

Em contrapartida, os oceanos são responsáveis por uma grande absorção de CO<sub>2</sub> atmosférico, criando depósitos permanentes para fixação do CO<sub>2</sub>, apesar da deposição do carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) ser lenta. Alguns estudos sugerem uma



deposição forçada do CO<sub>2</sub> produzido industrialmente nas profundezas do oceano por meio de gasodutos, todavia, ainda não são conhecidos os impactos ambientais de tal estratégia para o ecossistema marinho (METZ *et al.*, 2005), mas acredita-se que deverá ocorrer uma acidificação intensa das águas oceânicas (THE ROYAL SOCIETY, 2005), que acarretariam sérios problemas para o desenvolvimento normal da fauna e flora marinhas (KLEYPASS e YATES, 2009; WALDBUSSER *et al.*, 2001).

Como comentado anteriormente, a concentração elevada de CO<sub>2</sub> na atmosfera contribui para o agravamento do efeito estufa, com elevação da temperatura global, que potencialmente terá efeitos nocivos para os diferentes ecossistemas do planeta, incluindo todo o ambiente marinho (ZEEBE e WOLF-GLADROW, 2005), desde a dificuldade de absorção das moléculas de gás pelas águas superficiais que estarão com uma temperatura mais elevada, até a contribuição para dissolução de corais e de geleiras, causando prejuízos ao desenvolvimento normal de animais marinhos e algas (THE ROYAL SOCIETY, 2005). Tendências futuras apontam para o decréscimo na concentração de íons carbonato e no pH das águas oceânicas com o aumento da concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera terrestre (ZEEBE e WOLF-GLADROW, 2005), a diminuição do pH se deve a formação inicial de ácido carbônico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), quando o CO<sub>2</sub> se dissolve em água. Estas mudanças podem ser extremamente relevantes para o crescimento, taxas de calcificação e composição isotópica de plâncton marinho, cascas de moluscos e corais, sendo esperada uma diminuição na produção de CaCO<sub>3</sub> nos oceanos (por corais e foraminíferas, principalmente) (KLEYPASS e YATES, 2009; WALDBUSSER *et al.*, 2001). Se a concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico aumenta, a concentração de CO<sub>2</sub> na superfície oceânica também aumenta, sendo que a taxa de calcificação de organismos marinhos tem-se mostrado sensíveis às mudanças no estado de saturação, assim, a produção de CaCO<sub>3</sub> é reduzida com concentrações maiores de CO<sub>2</sub> (ZEEBE e WOLF-GLADROW, 2005).

As preocupações mundiais acerca do aquecimento global ficam evidentes a cada dia, sobretudo com a recente reunião da COP21 (“*Conference of Parties*”) em dezembro de 2015 em Paris (UNEP COP21, 2017), onde os acordos climáticos entre os países foram revistos e novas metas foram propostas para tentar diminuir a aceleração do aquecimento global, sendo que um dos pontos principais a serem alcançados é a diminuição da quantidade dos gases causadores do efeito estufa na atmosfera, sobretudo o CO<sub>2</sub>.

Neste contexto, trabalhar o conteúdo de ácidos e bases a educação dos alunos em relação ao tema visa contribuir para que se crie uma consciência crítica acerca da temática e sobre o seu papel na mitigação ou diminuição do problema, sendo que a experimentação em química pode auxiliar este processo.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Essa pesquisa de intervenção pedagógica no meio escolar foi realizada junto a três turmas de primeiro ano do Ensino Médio, do período diurno, em um colégio da Rede Estadual de Ensino no município de Pontal do Paraná. A instituição, localizada no Balneário Shangri-lá, conta com sete turmas de Ensino Médio, das quais as três turmas do 1º ano, com cerca de 90 (noventa) alunos ao todo, foram escolhidas para a aplicação das atividades, realizadas nos meses de outubro e novembro de 2017.

Para a abordagem do tema foi elaborado um Plano de Trabalho Docente (PTD) de uma aula experimental sobre o conteúdo de Funções Inorgânicas, mais especificamente as reações ácido-base. Segue o PTD desenvolvido.

### PLANO DE AULA INTRODUTÓRIO – INDICADORES ÁCIDO-BASE

#### PLANO DE AULA

Área / Subárea: Química / Química Inorgânica

Nível da aula: Ensino Médio. 1ºano.

Período: 1 aula / 50 minutos.

**a) Identificação do tema:** Ácidos e Bases. Indicadores ácido-base.

**b) Desenvolvimento do tema:** O tema será abordado em uma aula experimental dialogada.

**b1) Materiais necessários:**

- Indicador de pH natural (no caso, água do feijão preto).
- Recipientes para fazer a observação da mudança de pH (preferencialmente Becker ou copos plásticos transparentes).
- Vinagre.
- Água do mar.
- Solução de bicarbonato de sódio com água.
- Refrigerante incolor.
- Água da torneira.

**b2) Desenvolvimento da prática:**

A turma será dividida em grupos com o intuito de facilitar a participação de todos e também facilitar o desenvolvimento da aula experimental. O experimento consiste em trabalhar com o indicador natural de ácido e base. Vamos utilizar a água do feijão preto (que consiste em deixar o feijão preto de molho na água por aproximadamente 4 horas ou até a água escurecer).

Cada grupo receberá cinco copos de plástico transparentes, mais o indicador de ácido-base feito com a água de feijão (30 mL) e 30 mL das seguintes substâncias: solução de bicarbonato de sódio com água, água do mar, vinagre, refrigerante incolor, água da torneira.

O experimento consiste em misturar o indicador ácido-base com cada uma das cinco substâncias citadas anteriormente. Haverá uma variação de cor de acordo com o pH da mistura: se ácido ficará avermelhado ( $\text{pH} < 7$ ); se base ficará esverdeado/azulado ( $\text{pH} > 7$ ); e se neutro não haverá mudança significativa com relação a cor do indicador ácido-base ( $\text{pH} = 7$ ). Os alunos receberão a informação da cor após terem inserido o indicador e anotado suas observações, indicando em sequência a ordem da substância mais ácida para a mais básica.

No final, os alunos irão misturar as substâncias vinagre (solução 1) e água com bicarbonato (solução 3), e observarão o que ocorre (reação de neutralização).

### **b3) Descarte dos resíduos:**

Todos os resíduos envolvendo a mistura do indicador natural de pH e as substâncias, podem ser descartados no lixo comum (especificamente na pia). Os copos plásticos podem ser lavados e reutilizados, ou em caso de inutilização, devem ser encaminhados para reciclagem.

### **c) Exercícios:**

1) Utilizando seus conhecimentos, indique se as substâncias/produtos listados abaixo são ácidos ou bases:

a) Leite de Magnésia (antiácido); b) Líquido de bateria; c) Sabão; d) Vinagre.

Cite pelo menos mais uma substância (ou produto) que seja um ácido e pelo menos mais uma substância (ou produto) que seja uma base.

2) Como foi possível identificar se as soluções desconhecidas eram ácidas ou básicas? Explique, descrevendo com suas palavras, o que é um indicador de pH.

3) O que ocorreu ao se misturar as soluções dos copos 1 e 3? Explique.

4) A água do mar possui características básicas, que são fundamentais para a que conchas e corais (que são formado por carbonato de cálcio) possam crescer e se desenvolver. Um dos grandes problemas ambientais atuais é a acidificação dos oceanos, que ocorre devido à presença cada vez maior de CO<sub>2</sub> (gás carbônico) na atmosfera, este gás tem características ácidas, e quando se dissolve no mar, pode modificar o pH das águas, levando para um pH ácido. Inclusive, muitos recifes de corais e conchas de moluscos já sofrem a ação da acidificação, ou seja, estão se decompondo. A acidificação causa problemas para todo o ecossistema marinho. Sabendo disto, cite pelo menos duas atitudes que você pode tomar no seu dia-a-dia para evitar a liberação de mais CO<sub>2</sub> para a atmosfera.

**d) Identificação dos pré-requisitos:** Por se tratar de uma aula introdutória sobre ácidos e bases, pode ser empregada para iniciar os trabalhos acerca de ácidos e bases.

**e) Modo de avaliar o aprendizado:** Interação na aula, resolução de exercícios, e principalmente o diálogo com os alunos durante a realização do experimento.

**f) Objetivos instrucionais:** Os alunos deverão ser capazes de: identificar visualmente e teoricamente o caráter ácido-base das substâncias; ter autonomia de interpretar e resolver os exercícios propostos e relacionar o conteúdo no cotidiano (assim como as questões sociais e ambientais).

Para a abordagem do tema de acidificação dos oceanos foram utilizadas quatro aulas, sendo que na primeira os alunos realizaram uma atividade experimental com abordando as reações ácido-base, onde fora utilizado como indicador natural a água de feijão preto, obtida pela imersão do feijão preto em água, por aproximadamente cinco minutos, utilizando um micro-ondas caseiro como fonte de energia para extração das antocianinas do feijão preto (TERCI e ROSSI, 2002). O processo de obtenção da água do feijão diverge do descrito no PTD devido a alguns contratempos que ocorreram no dia da execução da prática. No entanto,

alternativamente, o mesmo indicador pode ser obtido pela imersão em temperatura ambiente do feijão preto em água por aproximadamente quatro horas.

Esse indicador, de coloração inicial marrom escura, fica vermelho em contato com substâncias ácidas e esverdeado em contato com substâncias básicas (Figura 1).

FIGURA 1 – COMPARATIVO



Exemplo de aplicação do indicador natural de água de feijão preto, a) vermelho em contato com substâncias ácidas (vinagre), b) esverdeado em contato com substâncias básicas (água com bicarbonato de sódio dissolvido). FONTE: Alessandro Vieira Neiverth (2017).

Nesta primeira aula prática os alunos utilizaram um procedimento experimental (Anexo 1), objetivando a abordagem investigativa sobre o assunto. Neste experimento, cada grupo formado por quatro ou cinco alunos recebeu cinco copos numerados de um a cinco, contendo cada um uma substância que era inicialmente desconhecida aos alunos. Cada grupo recebeu também o indicador ácido-base obtido pela imersão do feijão preto em água e, em seguida, testaram as amostras para identificação visual do caráter ácido ou básico de cada substância. As amostras testadas pelos alunos foram: vinagre, água da torneira, solução de bicarbonato de sódio, refrigerante incolor e água do mar. Além disso, puderam observar a reação que ocorre quando a solução de bicarbonato de sódio entra em contato com o vinagre.

Imediatamente após a realização do experimento os alunos responderam um questionário visando observar a apropriação dos conteúdos trabalhados, bem como salientar a questão de conscientização ambiental por meio de uma questão

problematizadora sobre a acidificação dos oceanos. Esta última questão serviu como uma conexão para o tema abordado nas próximas aulas.

Na segunda aula, mais um procedimento experimental foi entregue aos alunos, para a realização da atividade também fora elaborado um PTD.

## **PLANO DE AULA EXPERIMENTAL – ACIDIFICAÇÃO DOS OCEANOS**

### **PLANO DE AULA**

Área: Química

Tema: Reações ácido-base

Nível da aula: Ensino Médio. 1º Ano.

Período: 3 aulas. 50 min. Cada.

**a) Identificação do tema:** Reações ácido-base e sua relação com os oceanos.

**b) Desenvolvimento do tema:** O tema será abordado em duas aulas, divididas em preparo do experimento e coleta de dados (1ª aula) e observação de resultados e coleta de dados (2ª e 3ª aula), ambos necessários para a elaboração de um relatório da prática (4ª aula).

#### **b1) Materiais necessários:**

- Copos descartáveis
- Água do mar
- Conchas
- Vinagre

#### **b2) Desenvolvimento da prática:**

Após uma revisão dos conteúdos (sobre ácidos e bases) e uma conversa preparatória (cuidados com o laboratório e seriedade com o experimento) com a turma, será necessário dividi-los em equipes e levá-los ao laboratório, levando como materiais auxiliares somente seus cadernos, lápis e borracha ou caneta.

Para preparar o experimento: cada turma deve pegar 2 copos descartáveis. Em um deles deve-se colocar a água do mar, no outro, apenas vinagre. Colocar em seguida algumas conchas em cada copo (aproximadamente a

mesma quantidade em ambos), deixar descansar por pelo menos 24 horas e observar o resultado.

As equipes devem anotar todas as informações possíveis sobre a realização da prática, tanto sobre seu preparo quanto sobre o que foi observado na aula seguinte.

Todas as observações e conclusões das equipes devem ser entregues como um relatório.

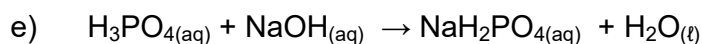
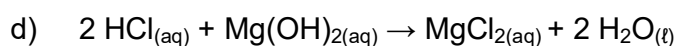
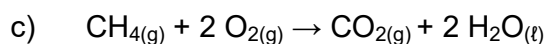
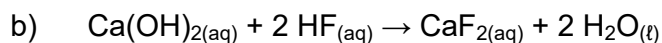
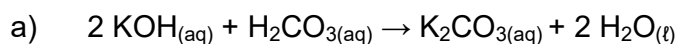
### **b3) Descarte dos resíduos:**

Todos os resíduos líquidos podem ser descartados na pia, e os sólidos devidamente separados, de acordo com a origem do material, podem ser levados às lixeiras específicas.

### **c) Exercício:**

(A ser respondido com auxílio do professor)

- Qual das reações a seguir não corresponde a uma reação de neutralização?



Resposta: Alternativa “c”.

É a única alternativa em que os reagentes não são um ácido e uma base, além de não apresentar um sal como produto.

### **d) Identificação dos pré-requisitos:**

Definição de ácido, base, e noções revisadas em sala.

### **e) Modo de avaliar o aprendizado:**

Relatório e exercícios individuais.



**f) Objetivos instrucionais:**

- Compreender a reação de neutralização que ocorre no experimento.
- Compreender os impactos de um meio ácido para as conchas dos seres que as tem como abrigo.

O procedimento foi explicado de forma objetiva aos alunos, seguido de uma retomada dos conceitos de ácidos e bases, que já haviam sido trabalhados. Nesta prática experimental os alunos, em grupos, receberam dois copos, um com água do mar e outro com vinagre, além de algumas conchas. Os estudantes misturaram as conchas em ambos os copos, observaram as reações iniciais, anotaram o que fora observado e deixaram a mistura em repouso por cerca de 2 horas.

Na terceira aula, os alunos registraram suas observações sobre o experimento citado anteriormente, seguido de um debate entre os grupos sobre o que poderia ter ocorrido com as conchas nos dois meios testados. Com a conclusão da atividade experimental, os resíduos foram devidamente descartados.

Finalmente, na quarta aula, fora feita uma contextualização sobre o impacto da acidificação nos oceanos para a sociedade, sobretudo a de populações que dependem da vida marinha para subsistência, relacionando o tema com o que havia sido observado no experimento realizado com as conchas e, salientando quais atitudes poderiam ser tomadas para a diminuição do problema ambiental. Ao final da aula foi entregue aos alunos um questionário para avaliar suas opiniões sobre o uso da experimentação (Anexo 1).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 Experimento 1: Indicadores ácido-base

A primeira prática envolveu a utilização de um indicador ácido-base de extrato aquoso de feijão preto (TERCI e ROSSI, 2002), de coloração inicial marrom, que fica vermelho em contato com substâncias ácidas e esverdeado em contato com substâncias básicas (Figura 1) (TERCI e ROSSI, 2002). As substâncias testadas pelos alunos foram: vinagre, água da torneira, solução de bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ), refrigerante incolor e água do mar.

Inicialmente, os alunos foram apresentados ao teste padrão (Figura 1) e não sabiam quais eram as soluções (Figura 2), após, testaram cada uma delas com o indicador, podendo assim distinguir visualmente se uma solução apresentava característica básica ou ácida (Figura 3), sendo ácidas as soluções de vinagre e refrigerante incolor, básicas as soluções de bicarbonato de sódio e água do mar, e praticamente neutra a amostra de água de torneira.

Os alunos também puderam visualizar neste experimento a reação de neutralização que ocorre quando o ácido do vinagre entra em contato com um sal de caráter básico, o bicarbonato de sódio, com liberação de gás  $\text{CO}_2$ , como representado pela reação abaixo:



FIGURA 2 –AMOSTRAS DESCONHECIDAS



Copos enumerados antes da adição do indicador ácido-base (localizado na extrema direita), sendo vinagre (1), água da torneira (2), solução de bicarbonato de sódio (3), refrigerante incolor (4), água do mar (5). FONTE: Alessandro Vieira Neiverth (2017).

FIGURA 3 –APÓS A ADIÇÃO DO INDICADOR

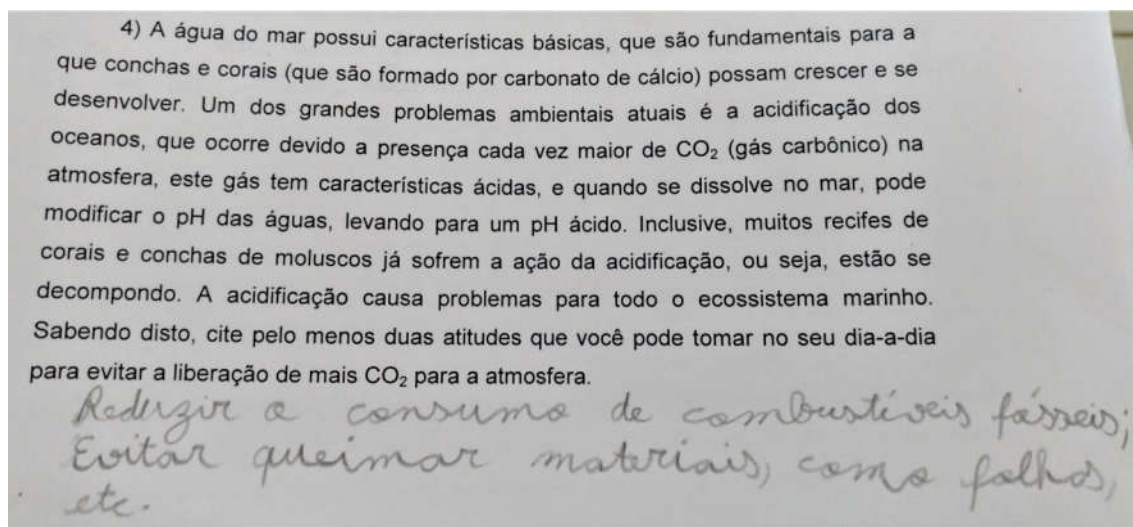


Copos enumerados de 1 a 5, com as mesmas soluções indicadas na Figura 2, após a adição do indicador ácido-base. FONTE: Alessandro Vieira Neiverth (2017).

Nos exercícios propostos após o experimento, depois da verificação pelos alunos de que a água do mar apresenta características básicas (coloração levemente esverdeada em contato com o indicador de feijão preto) (Figura 2 – copo de número cinco), foi inserida uma questão problematizadora sobre a acidificação dos oceanos, relacionando a presença cada vez maior de  $\text{CO}_2$  (que apresenta característica ácida) (THE ROYAL SOCIETY, 2005) na atmosfera, com a acidificação das águas oceânicas, que ocorre quando há a dissolução do  $\text{CO}_2$  no mar, podendo causar prejuízos para todo o ecossistema marinho, tais como a dissolução das conchas de diversos crustáceos e moluscos, proliferação de algas nocivas, entre outros problemas. Os alunos foram desafiados a citar duas atitudes que poderiam tomar no seu dia a dia para evitar a liberação de mais  $\text{CO}_2$  para a atmosfera.

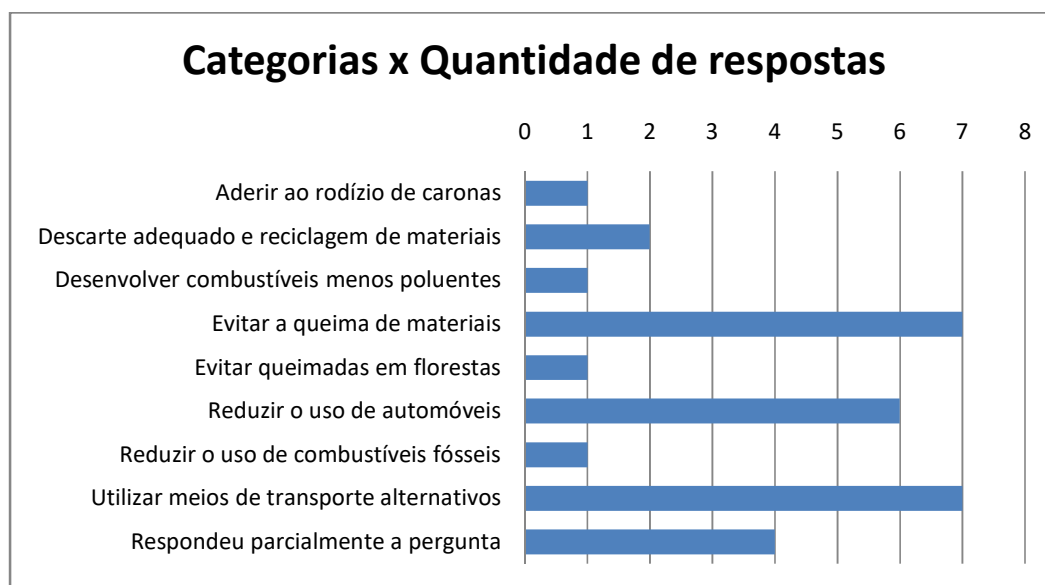
As respostas dos alunos estavam relacionadas a como evitar a queima de materiais e utilizar meios de transporte alternativos, bem como reduzir o uso de automóveis, uma amostra das respostas está evidenciada na Figura 4. Todas as respostas citadas pelos alunos estão expressas no Gráfico 1.

FIGURA 4 – AMOSTRA DE RESPOSTA SOBRE QUESTÃO COM FOCO AMBIENTAL



FONTE: Alessandro Vieira Neiverth (2017).

GRÁFICO 1 – RESPOSTAS DOS ALUNOS SOBRE A QUESTÃO COM FOCO AMBIENTAL PRESENTE NO EXPERIMENTO ENVOLVENDO A ÁGUA DE FEIJÃO PRETO



Ao total foram analisados quinze grupos com cerca de cinco alunos cada. FONTE: Alessandro Vieira Neiverth(2017).

Pode-se observar no Gráfico 1 que os alunos conseguiram relacionar a liberação de CO<sub>2</sub> para a atmosfera com a queima de materiais, podendo citar o exemplo da queima do lixo, ou mesmo do combustível nos automóveis. É interessante notar que a maioria das repostas evidenciada no gráfico possuem alguma relação com a queima de materiais, o favorecimento à reciclagem ou o uso

de transportes menos poluentes, indicando que tais fatores são os mais lembrados pelos alunos.

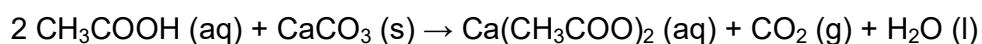
No Gráfico 1 também é possível perceber a existência da categoria “*Respondeu parcialmente a pergunta*”, esta categoria foi criada devido ao fato de nem todos os grupos conseguirem apresentar duas alternativas para a redução da liberação de CO<sub>2</sub> para o meio ambiente.

Os resultados obtidos indicam que os vários alunos conseguiram se apropriar dos conceitos abordados no experimento da água de feijão preto, reações ácido-base, e inclusive propuseram soluções de mitigação do problema ambiental. Foi possível também aproximar a experimentação da realidade vivenciada na região litorânea, local onde o projeto foi desenvolvido.

Por meio dessa prática foi possível coletar alguns dados sobre o conhecimento prévio dos alunos, desde a identificação no cotidiano até algumas aplicações dessas substâncias no dia-a-dia, ao mesmo tempo em que era iniciado com eles um conteúdo novo a respeito das Funções Inorgânicas. Além disso, os exemplos para a mitigação, ou diminuição, do problema ambiental, foram reforçados com os alunos durante o desenvolvimento do projeto.

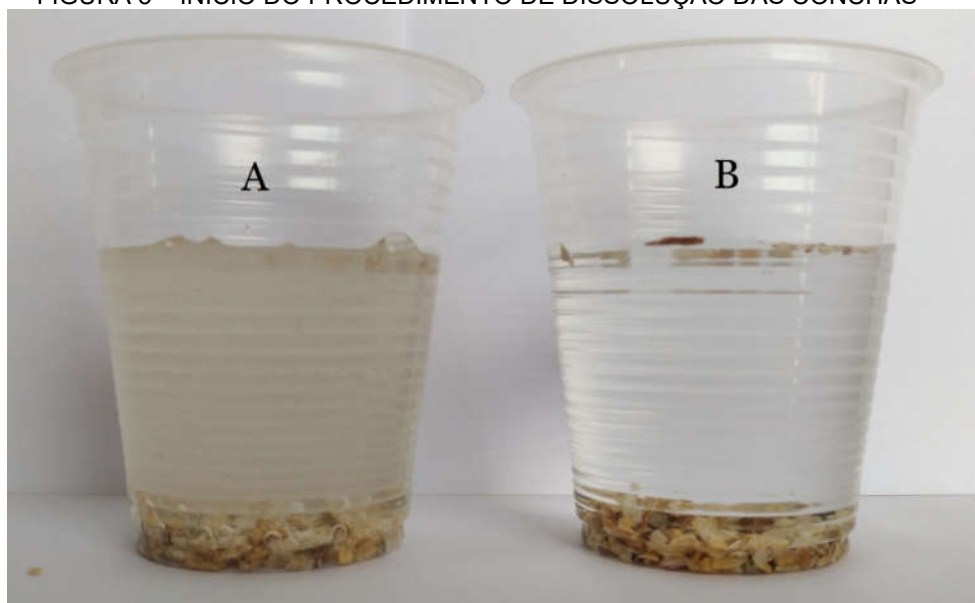
## **5.2 Experimento 2: O mar não está para conchas**

No segundo experimento, os alunos receberam conchas que haviam sido previamente coletadas na praia. As conchas são estruturas formadas majoritariamente por carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>)(ZEEBE e WOLF-GLADROW, 2005). Em sequência, os alunos inseriram as conchas em copos com água do mar e vinagre (Figura 5), e anotaram suas observações. Os grupos questionaram inicialmente o porquê da formação de bolhas no copo com vinagre e o porquê de não ocorrer o mesmo no copo com água do mar, sendo desafiados a buscar respostas para estas dúvidas. Após cerca de duas horas de repouso, os alunos fizeram mais anotações sobre o que observaram de diferenças, sendo que no copo com vinagre houve uma drástica redução no volume de conchas presentes, devido a reação de neutralização que ocorre entre o vinagre e o sal básico de CaCO<sub>3</sub> presente nas conchas, como representado na reação abaixo:



No copo contendo a água do mar, que apresenta pH em torno de 8, ou seja, um pH básico, as conchas não sofreram alteração, como indica a Figura 6. O pH das substâncias era conhecido pela prática com água de feijão (Figuras 2 e 3).

FIGURA 5 – INÍCIO DO PROCEDIMENTO DE DISSOLUÇÃO DAS CONCHAS



Copos contendo a) vinagre e conchas e b) água do mar e conchas. FONTE: Alessandro Vieira Neiverth (2017).

FIGURA 6 – PROCEDIMENTO DE DISSOLUÇÃO DAS CONCHAS APÓS DUAS HORAS



FONTE: Alessandro Vieira Neiverth (2017).

Os alunos debateram entre si acerca de suas observações e levantaram hipóteses do que havia ocorrido com as conchas, dentre elas haviam ideias de que as conchas haviam sido derretidas, que o vinagre as havia corroído e que houve uma fragmentação das estruturas. Após a finalização deste experimento o conteúdo foi retomado e a reação do sal de carbonato de cálcio pela presença do meio ácido foi explanada de forma contextualizada, focando-se na questão da acidificação dos oceanos indicando que, com o pH mais ácido, o ambiente marinho sofrerá mais danos, o que foi evidenciado na dissolução das conchas, que despertou muito interesse nos alunos.

Foi frisado aos alunos que, em contato com a água, o  $\text{CO}_2$  reage e forma ácido carbônico, que, em excesso, favorece a redução do pH da água do mar (que em condições normais apresenta um valor em cerca de 8,3), gerando a acidificação dos oceanos. Esta acidificação dos oceanos traz consigo danos significativos para todo o ecossistema marinho, principalmente para recifes de corais e organismos com conchas, formados pelo  $\text{CaCO}_3$ , como evidenciado no experimento utilizado nesta etapa do trabalho.

### **5.3 Análise dos experimentos 1 e 2**

Como apresentados nos itens 4.1 e 4.2, foram propostos dois experimentos que podem ser utilizados para abordagem do tema de acidificação dos oceanos colaborando com a formação da conscientização ambiental dos alunos.

Durante a execução da atividade experimental tornou-se claro que existia uma dificuldade inicial por parte dos alunos no conteúdo e na disciplina, devido à troca de professores constantemente durante o ano letivo. No entanto, com o auxílio dos experimentos, junto às aulas, foi possível perceber uma grande apropriação dos conteúdos de Ácidos e Bases por parte dos alunos.

O laboratório do colégio seria o local ideal para a realização das práticas experimentais, porém houve um dia em que o mesmo não se encontrava disponível, dada a condição, o experimento das conchas foi realizado em sala com uma turma. Como os materiais não eram tóxicos ou prejudiciais aos discentes, não houveram problemas na realização da atividade.

Adicionalmente foi aplicado um questionário para avaliar a aceitação da experimentação pelos alunos, sendo que o retorno foi bastante positivo conforme as

amostras de respostas apresentadas na Figura 7. A aplicação do questionário foi possível somente em uma das turmas, devido ao início de atividades extracurriculares no colégio e aplicação de provas, além de outros imprevistos, não sendo possível aplicá-lo às demais turmas. Porém, todas as respostas encontram-se no Anexo 2. As respostas indicam que a experimentação tem potencial e pode auxiliar muito o ensino de química, sendo atrativo e bem aceito pelos alunos (CARDOSO; COLINVAUX, 2000, p. 403).

FIGURA 7 – AMOSTRAS DE RESPOSTAS DOS ALUNOS ACERCA DO USO DE EXPERIMENTOS

4) O que você achou dos experimentos? Justifique.

Muito interessante, adorei os dois experimentos aprendi muito com as experiências e também aprendi um pouco mais sobre química.

4) O que você achou dos experimentos? Justifique.

Eu achei interessante porque são coisas simples de se fazer (com produtos que todo mundo tem em casa), e entender o porquê das coisas.

FONTE: Alessandro Vieira Neiverth (2017).



## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando as respostas obtidas junto aos alunos por meio da aplicação do questionário, pode-se afirmar que a experimentação como auxiliar no processo de ensino aprendizagem e desenvolvimento de consciência ambiental mostrou-se bastante válido.

Durante as atividades se observou que o ensino de química pode ser motivador, desde que os conteúdos sejam contextualizados com o cotidiano dos estudantes. Ao ver do autor desse trabalho, a experimentação é um ótimo meio para não somente atrair a atenção dos educandos como também ensinar sobre os conteúdos da ementa. Além desses pontos, problemas sociais e ambientais podem ser trabalhados a partir da realização de experimentos, tal como foi trabalho a temática de acidificação dos oceanos.

Os objetivos foram realizados e alcançados, mesmo que com certas dificuldades. Houve a aplicação dos dois experimentos que envolviam conceitos de ácidos e bases, sendo que durante suas execuções a problemática de acidificação dos oceanos foi abordada, principalmente após a conversa dirigida. Realizou-se a avaliação para a averiguação da aceitação dos alunos com relação à utilização de experimentos para auxiliar na compreensão dos conteúdos, embora nem todas as turmas tenham conseguido responder o questionário. No entanto, durante a realização do estágio foi possível conversar com os alunos que não estiveram presentes no dia (grande parte), bem como os estudantes das turmas em que não foi possível aplicar o questionário. As respostas foram positivas quanto ao uso da experimentação e a motivação para compreender os conteúdos da disciplina de Química mostrou-se maior.

As aulas experimentais podem ser empregadas com diferentes objetivos e podem fornecer variadas e importantes contribuições no ensino e aprendizagem da ciência Química, contribuindo assim com o rompimento do ensino tradicional.

Essa pesquisa foi, para o autor desse trabalho, um fator motivador para que, como futuro professor, busque meios e métodos alternativos para inserir a química no cotidiano dos estudantes, além do uso mais recorrente de experimentos e atividades práticas. E que por meio desses mesmos métodos, os discentes sejam transformados, contribuindo assim para uma mudança da realidade atual.

## 7 REFERÊNCIAS

BAIRD, C. **Química Ambiental**. 2ª edição, Porto Alegre: Bookman, 2004.

BRASIL. MINISTERIO DA EDUCAÇÃO. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio, ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**, Brasília, MEC, 2001.

CARDOSO, S. P., COLINVAUX, D. **Explorando a motivação para estudar química**, Química Nova. São Paulo, v. 23, nº 2, p. 401-404, 2000.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de *et al.* **Termodinâmica: um ensino por investigação**. São Paulo: FEUSP, 1999, p. 123.

DIÓXIDO DE CARBONO. Disponível em: <<http://www.co2.earth>>. Acesso em: 22 de novembro de 2017.

FRANCISCO JUNIOR, W. E.; FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. **Experimentação Problematizadora: Fundamentos Teóricos e Práticos para a Aplicação em Salas de Aula de Ciências**. Química Nova na Escola, v. 30, p.34-41, nov. 2008.

GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. **A natureza pedagógica da experimentação**. Química Nova, 27 (2), 2004, p. 326-331.

GIORDAN, M. **O papel da experimentação no Ensino de Ciências**. Química Nova na Escola, v. 10, p. 43-49, novembro, 1999.

GUIMARÃES, C. C. **Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa**, Química Nova na Escola, São Paulo, v. 31, nº 3, p. 198-202, agosto, 2009.

IZQUIERDO, M.; SANMARTÍ, N. e ESPINET, M. **Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales**. Enseñanza de las Ciencias, v. 17, n. 1, p. 45-60, 1999.

KLEYPASS, J., YATES, K. K., **Coral reefs and ocean acidification**. Oceanography, v. 22, nº 4, p. 108-117, 2009.

METZ, B., DAVIDSON, O., CONINCK, H., LOOS, M., MEYER, L. **Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage**. Canada: Cambridge University Press, 2005.

OLIVEIRA, R.; CACURO, T. A.; FERNANDEZ, S.; IRAZUSTA, S. P. **Aprendizagem Significativa, Educação Ambiental e Ensino de Química: Uma Experiência Realizada em uma Escola Pública**. Revista Virtual de Química, v. 8, nº. 3, p. 913-925, 2016.

PARANÁ. DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO BÁSICA. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Química**. Secretaria de Estado da Educação, Curitiba, 2008.

RAUPACH, M. R., MARLAND, G., CIAIS, P., LE QUÉRÉ, C., CANADELL, J. G., KLEPPER, G., FIELD, C. B., **Global and regional drivers of accelerating CO<sub>2</sub> emissions**. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, v. 104, nº 24, p. 10288-10293, 2007.

SANTOS, T. C., RONCONI, C. M. **Captura de CO<sub>2</sub> em Materiais Híbridos**. Revista Virtual de Química, v. 6, nº 1, p. 112-130, 2014.

SONG, C. **Global challenges and strategies for control, conversion and utilization of CO<sub>2</sub> for sustainable development involving energy, catalysis, adsorption and chemical processing**. Catalysis Today, vol. 115, p. 2-32, nº 1-4, 2006.

Souza, F. L. de. *et al.* **Atividades experimentais investigativas no ensino de química**. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. Imprensa Oficial do Estado de São Paulo. MEC, 2013.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. **A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química**. Ciência & Cognição, 14 (1), 2009. p. 50-74.

TERCI, D. B. L., ROSSI, A. V. **Indicadores Naturais de pH: Usar Papel ou Solução?**. Química Nova. V. 25, nº 4, p. 684-688, 2002.

THE ROYAL SOCIETY, **Ocean acidification due to increasing atmospheric carbon dioxide**. London: The Royal Society, 2005.

UNEP cop21. Disponível em: <<http://www.cop21paris.org/about/cop21/>>. Acesso em: 22 de novembro de 2017.

VALADARES, E. C. **Experimentos de baixo custo**. Química Nova na Escola, São Paulo, vol. 13, p. 38-40, maio, 2001.

WALDBUSSER, G. G., STEENSON, R. A., GREEN, M.A. **Oyster Shell Dissolution Rates in Estuarine Waters: Effects of pH and Shell Legacy**, Journal of Shellfish Research, v. 30, nº 3, p. 659-669, 2001.

WANG, Q., LUO, J., ZHONG, Z., BORGNA, A. **CO<sub>2</sub> capture by solid adsorbents and their applications: current status and new trends**. Energy & Environmental Science, v. 4, nº 1, p. 42-45, 2011.

ZEEBE, R. E., WOLF-GLADROW, D. **CO<sub>2</sub> in seawater: Equilibrium, Kinetics, Isotopes**. Netherlands: Elsevier, 2005.

## ANEXO 1 – QUESTIONÁRIO PARA AVERIGUAÇÃO DE ACEITAÇÃO



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA  
CENTRO DE ESTUDOS DO MAR  
CAMPUS MIRASSOL  
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS EXATAS



### QUESTIONÁRIO PARA PESQUISA QUALITATIVA

Nome: \_\_\_\_\_

1) Para você, o que é Química?

---

---

---

2) Em que tipo de aula você acha que aprende mais?

- Prática  
 Teórica  
 Teórica seguida de prática  
 Prática seguida da teoria

3) Para você, o que é a experimentação e para que ela serve?

---

---

---

4) O que você achou dos experimentos? Justifique.

---

---

---

---

## ANEXO 2 – RESPOSTAS DOS ALUNOS

\*O que você achou dos experimentos?  
 De fácil compreensão e de conclusões  
 de propósito entendimentos dos elementos um  
 qual!

4) O que você achou dos experimentos? Justifique.

Eu acho que faz bem educacional, faz logo  
 um tempo que gostei não ia no laboratório  
 que a faz muito legal.

4) O que você achou dos experimentos? Justifique.

Eu achei muito legal e muito interessan-  
 te. Eu gostei porque eu nunca  
 tinha visto uma aula assim, e é  
 muito diferente e eu acho que deveria  
 haver mais.

4) O que você achou dos experimentos? Justifique.

Muito interessante, adorei os dois experimentos  
 aprendi muito com as experiências  
 eu também aprendi um pouco mais  
 sobre química.

4) O que você achou dos experimentos? Justifique.

Eu achei interessante porque são coisas  
 simples de se fazer (com produtos que todo  
 mundo tem em casa), e entender o porquê  
 das reações.

4- O que você achou dos Experimentos?

Eu gostei por que mas tinha entendido muito bem o conteúdo, aí um hora de mistérios as substâncias e esperar um tempo eu entendi um pouco mais sobre Acab e base!  
Deveria ter mais!

4) O que você achou dos experimentos? Justifique.

Eu achei interessante porque são coisas simples de se fazer (com produtos que todo mundo tem em casa), e entender o porquê das reações.

FONTE: Alessandro Vieira Neiverth (2017).