

PAPPEL

Trabalho

de

CONCLUSÃO

de

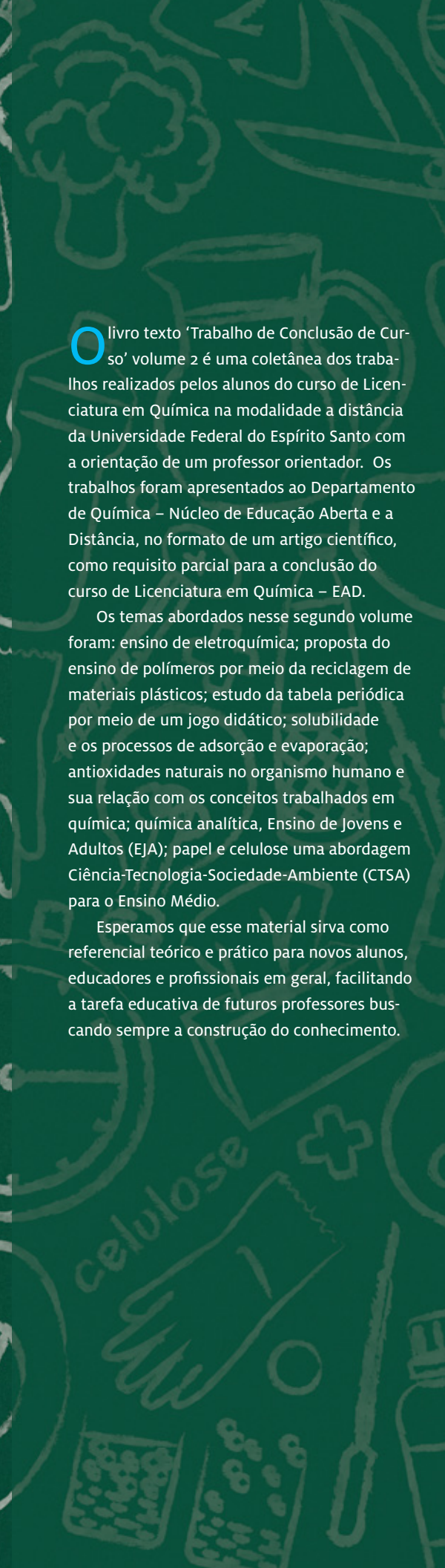
Curso

Volume 2

Josimar Ribeiro (Org.)

Universidade Federal do Espírito Santo
Secretaria de Ensino a Distância

Química
Licenciatura

The background features a dark green field with faint, white line-art illustrations of various scientific concepts. On the left side, there are drawings of a flower, a beaker, a test tube, and a hand holding a pipette. At the bottom, there are two petri dishes containing small circles, a pair of tweezers, and a hand holding a pipette. The word 'celulose' is written in a stylized font across the bottom left. On the right side, there are faint sketches of a leaf and a flower.

O livro texto 'Trabalho de Conclusão de Curso' volume 2 é uma coletânea dos trabalhos realizados pelos alunos do curso de Licenciatura em Química na modalidade a distância da Universidade Federal do Espírito Santo com a orientação de um professor orientador. Os trabalhos foram apresentados ao Departamento de Química – Núcleo de Educação Aberta e a Distância, no formato de um artigo científico, como requisito parcial para a conclusão do curso de Licenciatura em Química – EAD.

Os temas abordados nesse segundo volume foram: ensino de eletroquímica; proposta do ensino de polímeros por meio da reciclagem de materiais plásticos; estudo da tabela periódica por meio de um jogo didático; solubilidade e os processos de adsorção e evaporação; antioxidantes naturais no organismo humano e sua relação com os conceitos trabalhados em química; química analítica, Ensino de Jovens e Adultos (EJA); papel e celulose uma abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) para o Ensino Médio.

Esperamos que esse material sirva como referencial teórico e prático para novos alunos, educadores e profissionais em geral, facilitando a tarefa educativa de futuros professores buscando sempre a construção do conhecimento.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria de Ensino a Distância

Trabalho
de
CONCLUSÃO
de
Curso

Volume 2

Josimar Ribeiro (Org.)

Vitória
2015

Presidente da República

Dilma Rousseff

Ministro da Educação

Renato Janine Ribeiro

**Diretoria de Educação a Distância
DED/CAPES/MEC**

Jean Marc Georges Mutzig

**UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO****Reitor**

Reinaldo Centoducatte

Secretária de Ensino a Distância – SEAD

Maria José Campos Rodrigues

Diretor Acadêmico – SEAD

Júlio Francelino Ferreira Filho

Coordenadora UAB da UFES

Teresa Cristina Janes Carneiro

Coordenadora Adjunta UAB da UFES

Maria José Campos Rodrigues

**Diretor do Centro de Ciências
Humanas e Naturais (CCHN)**

Renato Rodrigues Neto

**Coordenador do Curso de Graduação
Licenciatura em Química – EAD/UFES**

Rafael de Queiroz Ferreira

Revisor de Conteúdo

Josimar Ribeiro

Revisor de Linguagem

Andrea Antonini Grijó

Design Gráfico

Laboratório de Design Instrucional – SEAD

SEADAv. Fernando Ferrari, nº 514
CEP 29075-910, Goiabeiras
Vitória – ES
(27) 4009-2208**Laboratório de Design Instrucional (LDI)****Gerência**

Coordenação:

Letícia Pedruzzi Fonseca

Equipe:

Giulliano Kenzo Costa Pereira

Patrícia Campos Lima

Diagramação

Coordenação:

Geyza Dalmásio Muniz

Equipe:

Jéssica Serafim

Samuelyly Ribeiro Silva

Ilustração

Coordenação:

Priscilla Garone

Equipe:

Bárbara Lima da Fonseca

Impressão

Gráfica responsável

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

1758 Trabalho de conclusão de curso / Josimar Ribeiro (org.). - Vitória : Universidade Federal do Espírito Santo, Secretaria de Ensino a Distância, 2015.
172 f. : il. ; 28 cm. - (Trabalhos de conclusão de curso ; v.2)

Inclui bibliografia.
ISBN: 978-85-63765-32-1

1. Química. 2. Educação ambiental. I. Ribeiro, Josimar. II. Série.

CDU: 54



Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir deste trabalho para fins não comerciais, desde que atribuam ao autor o devido crédito e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.

A reprodução de imagens nesta obra tem caráter pedagógico e científico, amparada pelos limites do direito de autor, de acordo com a lei nº 9.610/1998, art. 46, III (citação em livros, jornais, revistas ou qualquer outro meio de comunicação, de passagens de qualquer obra, para fins de estudo, crítica ou polêmica, na medida justificada para o fim a atingir, indicando-se o nome do autor e a origem da obra). Toda reprodução foi realizada com amparo legal do regime geral de direito de autor no Brasil.

Sumário

CAPÍTULO 1

Ensino de eletroquímica no Ensino Médio: proposição da pilha de limão e avaliação do aprendizado

6

CAPÍTULO 2

Proposta do ensino de polímeros por meio da reciclagem de materiais plásticos para as escolas de Ensino Médio

40

CAPÍTULO 3

Introdução ao estudo da tabela periódica por meio de um jogo didático

62

CAPÍTULO 4

Solubilidade e os processos de adsorção e evaporação: uma proposta de abordagem contextual no Ensino Médio

78

CAPÍTULO 5

Antioxidantes naturais no organismo humano e sua relação com os conceitos trabalhados em química

106

CAPÍTULO 6

Papel e celulose, uma abordagem CTSA para o Ensino Médio

134

The background is a dark green color with white chalk-like drawings. At the top left is a test tube rack with several test tubes. To its right is a glass of liquid. Further right are a pair of safety goggles, a test tube, and a beaker. In the middle left is a magnifying glass. Below it is a battery. At the bottom left is a stack of papers. In the bottom center is a globe with a map of South America. To the right of the globe is a test tube with a flame above it. At the bottom right is a chili pepper and the text 'gases nobres' written vertically. Various chemical symbols like 'e-', 'Zn', and 'ΔE' are scattered throughout.

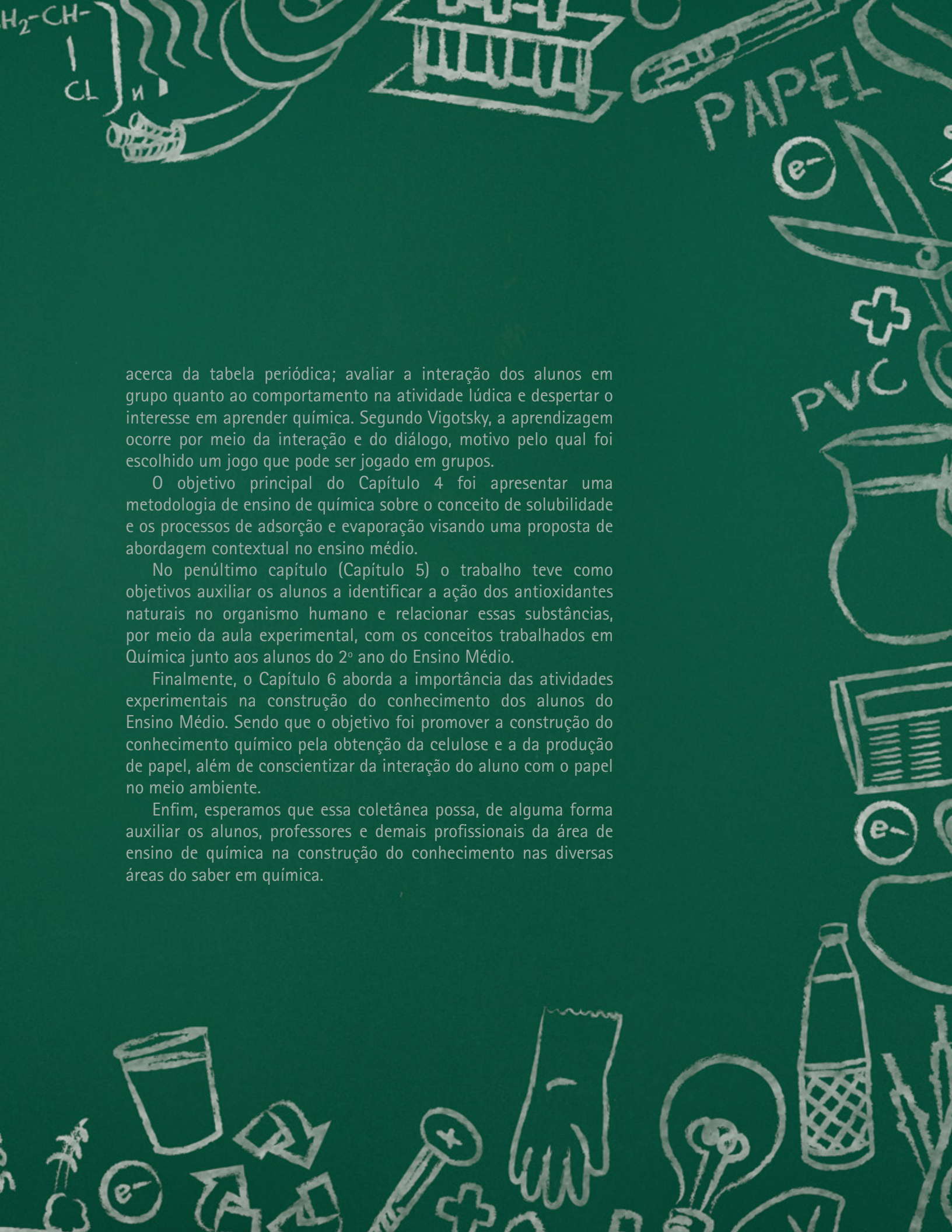
Apresentação

O presente livro texto é o segundo da série que mostra os trabalhos realizados pelos alunos do curso de Licenciatura em Química na Modalidade a Distância da Universidade Federal do Espírito Santo. Os textos foram elaborados na forma de um artigo científico, porém, com uma linguagem simples concisa e coerente sem perder o rigor acadêmico.

O Capítulo 1 trata do tópico: eletroquímica, usando a abordagem por meio da realização da atividade experimental "pilha de limão". Os resultados obtidos mostraram que a estratégia "pilha de limão" foi eficaz, visto que o percentual de alunos que acertou as questões propostas no questionário pós-teste superou o percentual de alunos que acertou as mesmas questões no questionário pré-teste, indicando que houve evolução no conhecimento dos alunos sobre os conceitos químicos abordados nas escolas.

O Capítulo 2 vem levantar a questão do aumento nos últimos anos da utilização de materiais plásticos, o qual é preocupante, pois sua durabilidade prejudica o meio ambiente devido ao seu descarte inconsciente na natureza. Em virtude disto, várias ações são realizadas a fim de minimizar esses prejuízos, como a reciclagem e o uso do plástico biodegradável. Assim, este projeto consistiu-se como estudo de possíveis soluções, com destaque para a reciclagem.

O Capítulo 3 discute o uso das atividades lúdicas no ensino de química tendo como objetivos principais: verificar quais são os conhecimentos prévios de estudantes do 1º ano do Ensino Médio



acerca da tabela periódica; avaliar a interação dos alunos em grupo quanto ao comportamento na atividade lúdica e despertar o interesse em aprender química. Segundo Vigotsky, a aprendizagem ocorre por meio da interação e do diálogo, motivo pelo qual foi escolhido um jogo que pode ser jogado em grupos.

O objetivo principal do Capítulo 4 foi apresentar uma metodologia de ensino de química sobre o conceito de solubilidade e os processos de adsorção e evaporação visando uma proposta de abordagem contextual no ensino médio.

No penúltimo capítulo (Capítulo 5) o trabalho teve como objetivos auxiliar os alunos a identificar a ação dos antioxidantes naturais no organismo humano e relacionar essas substâncias, por meio da aula experimental, com os conceitos trabalhados em Química junto aos alunos do 2º ano do Ensino Médio.

Finalmente, o Capítulo 6 aborda a importância das atividades experimentais na construção do conhecimento dos alunos do Ensino Médio. Sendo que o objetivo foi promover a construção do conhecimento químico pela obtenção da celulose e a da produção de papel, além de conscientizar da interação do aluno com o papel no meio ambiente.

Enfim, esperamos que essa coletânea possa, de alguma forma auxiliar os alunos, professores e demais profissionais da área de ensino de química na construção do conhecimento nas diversas áreas do saber em química.



ÁNODO

agente oxidante

agente reductor

ΔE

1

Zn

H⁺

ENSINO DE ELETROQUÍMICA NO ENSINO MÉDIO: PROPOSIÇÃO DA PILHA DE LIMÃO E AVALIAÇÃO DO APRENDIZADO

Geysamara Da Penha Almonfrey

Leonardo Coutinho Ribeiro

Sérgio Passigate Mathede

Priscila Paiva Luz

Resumo

O presente trabalho apresenta os resultados obtidos por meio da aprendizagem dos conceitos químicos trabalhados com os alunos do 3º ano do Ensino Médio durante o 1º semestre de 2013, por meio da realização da atividade experimental “pilha de limão”, na escola da Fundação Bradesco, e compara aos resultados obtidos no trabalho realizado durante o 1º semestre de 2012 na EEEFM Ormanda Gonçalves, também com alunos do 3º ano do Ensino Médio, ambas localizadas no município de Vila Velha - ES. A avaliação da aprendizagem nas duas escolas foi realizada por meio de questionários semelhantes denominados pré-testes e pós-testes. Os resultados obtidos mostraram que a estratégia “pilha de limão” foi eficaz, visto que o percentual de alunos que acertou as questões propostas no questionário pós-teste superou o percentual de alunos que acertou as mesmas questões no questionário pré-teste, indicando que houve evolução no conhecimento dos alunos sobre os conceitos químicos abordados nas escolas.

Palavras – chave: eletroquímica; pilha de limão; avaliação do aprendizado.

Abstract

This monograph shows the results obtained on the learning of the presented chemical concepts to the students of the 12^o year of high school in the first semester of 2013, through the accomplishment of the experimental activity “lemon battery” at the Fundação Bradesco School and it was compared to the results obtained during the work carried out in the first semester of 2012 at the public school EEEFM Ormanda Gonçalves, also with students of the 12^o year of high school. Both schools were located at the city of Vila Vela - ES. The learning evaluation at both schools was carried through similar questionnaires termed pre and posttests. The obtained results showed that the “lemon battery” strategy was efficient, since the percentage of students who correctly answered the proposed questions in the posttestquestionnaire exceededthe percentage ofstudents who correctly answered the same questionsin the pretest questionnaire, indicating an increaseonstudents’ knowledge aboutthechemical concepts covered in both schools.

Keywords: Electrochemical; Lemmon Battery; Learning Evaluation.

1. Introdução

Em 1792, Luigi Galvani dissecou uma rã, colocou um arame de prata em contato com a pata do animal e outro arame, de latão, em contato com a medula nervosa, o que resultou em uma contração muscular. Isso ocorreu porque Galvani, mesmo sem saber – pois acreditava que o fenômeno estava relacionado a uma forma de eletricidade animal – criou uma pilha no momento em que juntou dois metais diferentes e um meio de condução de eletricidade (o corpo da rã), e a corrente elétrica gerada pelo dispositivo foi a responsável pela contração da musculatura do animal (MACHADO, 2006). A Figura 1 ilustra o laboratório em que Galvani realizou seus experimentos.

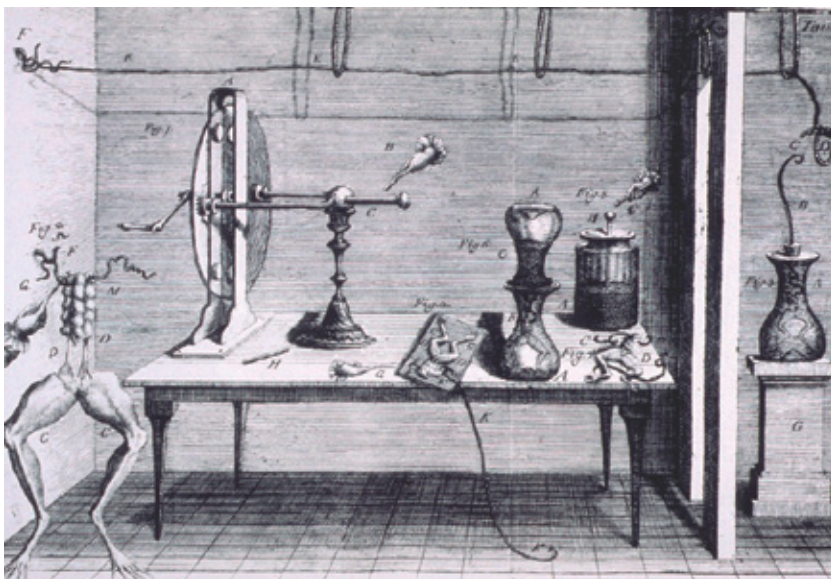


FIGURA 1:
 Ilustração do laboratório
 de Luigi Galvani.
 Fonte: [www.sil.si.edu/Exhibitions/
 Science-and-the-Artists-Book/phys.htm](http://www.sil.si.edu/Exhibitions/Science-and-the-Artists-Book/phys.htm)

O físico italiano Alessandro Volta, em 1800, construiu a primeira pilha elétrica empilhando discos de cobre e zinco, alternadamente, separados por pedaços de tecido, embebidos em uma solução eletrolítica. Foi desse empilhamento que surgiu o nome pilha. A pilha de Alessandro Volta está ilustrada na Figura 2.

Dispositivos semelhantes a pilhas facilmente podem ser encontrados no cotidiano das pessoas. A estrutura da Estátua da Liberdade, famoso monumento estadunidense, por exemplo, se comporta como pilha, pois consiste de chapas de cobre presas a uma armação de ferro e está no Porto de Nova York, em um ambiente úmido, carregado de eletrólitos dissolvidos em gotículas líquidas de água suspensas (meio condutor) no ar atmosférico. Entretanto, para que não houvesse corrosão, a estrutura de ferro foi isolada das chapas externas de cobre que compõem a estátua (Feltre, 2008).

As latas metálicas de alimentos em conserva utilizadas pela indústria também são exemplos de pilha, pois são formadas por uma chapa de aço revestida com estanho, e sobre o estanho existe uma película de isolamento que impede o contato entre o metal e o alimento. Entretanto, quando as latas são amassadas, a película isolante e o revestimento de estanho podem romper, permitindo o contato do aço (liga de ferro e carbono) com o líquido de conserva. Nessas condições (dois metais e um meio eletrolítico), o ferro sofre oxidação e contamina o alimento, por isso deve-se evitar a aquisição de latas de conserva amassadas (Ciscato e Pereira, 2008).



FIGURA 2:
 Pilha desenvolvida
 por Alexandre Volta – 1800.
 Fonte: [http://de.academic.ru/dic.nsf/
 dewiki/1473656](http://de.academic.ru/dic.nsf/dewiki/1473656)

Dos tempos de Alessandro Volta até hoje, embora já existam inúmeros tipos diferentes de pilhas como as alcalinas, de íon-lítio e recarregáveis, é primordial para o funcionamento desse dispositivo: um agente oxidante, um agente redutor e um eletrólito. Na pilha proposta neste trabalho de conclusão de curso usaremos dois metais diferentes: pedaços de fios de cobre de grande calibre e parafusos de composição desconhecida, que chamaremos, neste trabalho, de “parafusos comerciais”, e o limão (meio eletrolítico).

1.1. Funcionamento de uma pilha

Em todas as pilhas ocorre, a partir de reações espontâneas de oxidação e redução (oxirredução), a conversão da energia química em elétrica. Para determinar qual metal sofrerá oxidação e qual metal sofrerá redução durante o funcionamento da pilha, criou-se uma série chamada de *potenciais do eletrodo*, em que o hidrogênio, por apresentar reatividade intermediária entre os metais mais reativos e os menos reativos, foi escolhido como referência, sendo convencionalmente que o potencial de redução do hidrogênio é zero ($E^\circ \text{ red.} = 0$).

Para estabelecer o potencial de redução de determinado metal, monta-se uma pilha com um eletrodo do metal cujo potencial se deseja determinar acoplado a um eletrodo padrão de hidrogênio. O gás hidrogênio é borbulhado junto a uma placa do metal testado em uma solução ácida de concentração de H^+ igual a 1mol/l , podendo ocorrer no eletrodo metálico, oxidação ou redução. Os potenciais de redução do zinco e do cobre, por exemplo, obtidos a partir da técnica descrita acima são:

$$E^\circ \text{ redução (zinco)} = - 0,76V$$

$$E^\circ \text{ redução (cobre)} = + 0,34V$$

O zinco quando associado ao hidrogênio sofre oxidação, por isso seu potencial de redução é negativo em relação ao hidrogênio. Já o cobre, reduz frente ao hidrogênio, apresentando assim, potencial de redução positivo.

A seguir, está descrito o funcionamento da pilha de zinco e cobre idealizada por John Frederick Daniell, que representou, na primeira metade do século XIX, um grande avanço em relação às pilhas pioneiras, formadas pelo empilhamento de discos, devido à

implantação da ponte salina (Usberco, 2002). Achou-se relevante realizar a seguir, uma breve descrição da pilha de Daniell, ilustrada na Figura 3, visto que esse dispositivo se encontra em praticamente todos os livros de Ensino Médio e Superior que abordam o assunto: eletroquímica.

1.1.1. Pilha de cobre e zinco (Pilha de Daniell)

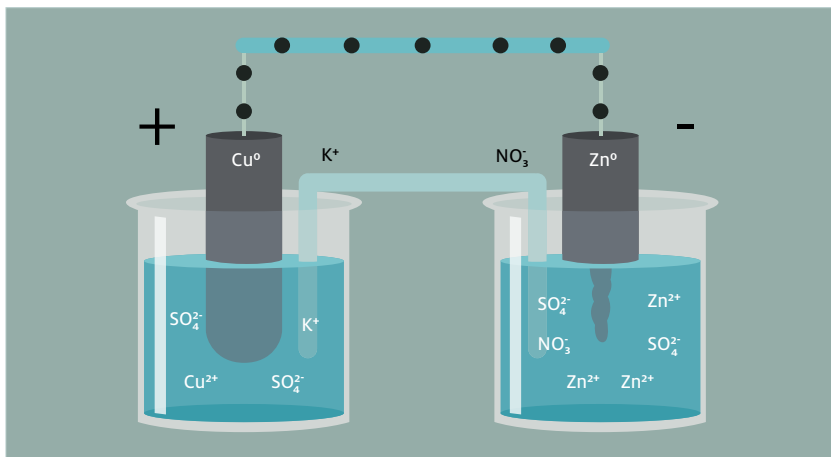
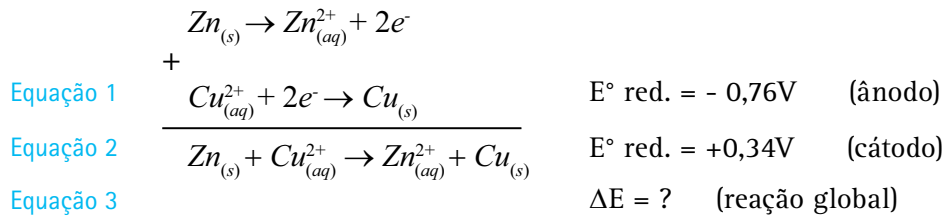


FIGURA 3:
Ilustração da
Pilha de Daniell.

Pode-se observar que o zinco, por apresentar menor potencial padrão de redução ($E^\circ \text{red.}_{\text{zinco}} = - 0,76\text{V}$) sofre oxidação, e os íons de cobre (Cu^{2+}) presentes na solução, com maior potencial padrão de redução ($E^\circ \text{red.}_{\text{cobre}} = + 0,34\text{V}$) sofrem redução, conforme as semirreações equacionadas na próxima página.

Reações químicas da pilha formada por Zn e Cu:



O eletrodo em que ocorre a oxidação é chamado de ânodo e o eletrodo em que acontece a redução é o cátodo. A diferença de potencial (ddp) da pilha é a diferença entre os potenciais padrão de redução (E°_{red}) do cátodo e ânodo.

$$\Delta E = E^\circ_{red(cátodo)} - E^\circ_{red(ânodo)}$$

$$\Delta E = + 0,34 - (-0,76)$$

$$\Delta E = +1,1V$$

A ddp da pilha de zinco e cobre é, portanto, 1,1V.

Os sistemas interligados são denominados semicélulas e as duas lâminas metálicas são os eletrodos. A ponte salina permite o fluxo iônico entre as semicélulas, gerando a corrente iônica, enquanto o fio metálico permite o fluxo de elétrons do ânodo para o cátodo (corrente elétrica).

2. Objetivos

2.1. Objetivo geral

A atividade experimental proposta neste trabalho tem como **objetivo geral**, avaliar por meio dos questionários pré e pós-testes (anexos 1 a 4) a aprendizagem dos conceitos químicos abordados durante a execução do experimento “pilha de limão”.

2.2. Objetivos específicos

- potencializar o aprendizado criando uma estratégia que aumente a atratividade do assunto estudado, levando em consideração que atividades práticas geralmente despertam interesse nos alunos;
- desmistificar a imagem que os alunos têm da eletroquímica, como um assunto de alta complexidade, demonstrando que pilhas e baterias comerciais dispõem de um funcionamento relativamente simples, podendo inclusive, um dispositivo semelhante ser fabricado pelos próprios alunos com sucatas (restos de metais, fios) obtidas em suas casas e limões.

A proposta também permite ao estudante:

- apropriar-se do conteúdo de maneira mais prática e prazerosa, já que sairá da posição passiva, de expectador do professor, para ser ativo na fabricação dos dispositivos e consequentemente na construção do conhecimento, transformando assim, o seu olhar para a eletroquímica;
- compreender a disciplina Química como um instrumento pelo qual se podem elucidar fenômenos relevantes à vida cotidiana.

3. Metodologia

3.1. Metodologia geral

A atividade experimental denominada “pilha de limão” foi realizada em duas escolas do município de Vila Velha e para alunos do 3º ano do Ensino Médio. Na escola da Fundação Bradesco, localizada na Rodovia Darly Santos s/nº, no bairro Araçás, a atividade foi realizada no primeiro semestre de 2013 e contou com a participação de 70 alunos dos turnos matutino e vespertino. Na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Ormanda Gonçalves, localizada na Rua Tadeu Rauta s/ nº, no bairro Cobilândia, a atividade foi desenvolvida no primeiro semestre de 2012 e contou com a participação de 24 alunos. A avaliação da aprendizagem dos conceitos químicos ministrados aos alunos foi realizada por meio de questionário pré-

-teste, anterior ao experimento, que possibilitou o acesso às informações sobre as concepções iniciais dos alunos sobre o tema abordado, e um questionário pós-teste, posterior ao experimento, cujo objetivo foi avaliar se houve efetiva aprendizagem, por parte dos alunos, dos conceitos discutidos durante a atividade experimental “pilha de limão”. Vale ressaltar que os questionários de avaliação aplicados nas duas escolas foram diferentes, mas tinham questões em comum. Os questionários pré e pós-testes aplicados na escola da Fundação Bradesco estão disponibilizados nos anexos 1 e 2, respectivamente, e os questionários aplicados na escola Ormanda Gonçalves estão nos anexos 3 e 4. Foi disponibilizado aos estudantes um roteiro do experimento (anexo 5) para auxiliar a execução da atividade e um texto de apoio para colaborar com a compreensão do assunto (anexo 6).

3.1.1. Fundação Bradesco

O desenvolvimento dessa atividade experimental na escola da Fundação Bradesco aconteceu em duas aulas geminadas de 50 (cinquenta) minutos e ocorreu em cinco etapas:

- I. distribuição aos alunos do questionário pré-teste (anexo 1), que foram respondidos e devolvidos aos instrutores (autores deste TCC);
- II. pequena exposição do assunto abordado por parte dos instrutores, com imagens da pilha de Volta e de situações práticas do cotidiano que se assemelham a pilhas, como às Estátua da Liberdade e latas de conserva amassadas;
- III. construção da “pilha de limão”, pelos alunos juntamente com os instrutores, que orientaram o trabalho, esclareceram dúvidas e fizeram breves explicações sobre o assunto. Logo depois, a medição da diferença de potencial da pilha foi realizada com o auxílio de um voltímetro;
- IV. averiguação da geração de energia por meio da conexão de uma calculadora simples a duas pilhas montadas durante a aula, ligadas em série, para averiguar a geração da energia elétrica;
- V. distribuição aos alunos do questionário pós-teste (anexo 2) que foram respondidos e devolvidos aos instrutores (autores deste TCC).

3.1.2. EEEFM Ormanda Gonçalves

Para o desenvolvimento dessa atividade experimental na Escola Ormanda Gonçalves foram utilizadas quatro aulas de 60 (sessenta) minutos para garantir a execução do experimento nas seguintes etapas:

- I. na primeira aula, os alunos responderam ao questionário pré-teste (anexo 3), e buscaram na biblioteca e/ou internet informações sobre pilhas: (pilha de Volta, pilha de Daniell, reações químicas e outras informações);
- II. nas duas aulas seguintes, os alunos, em grupos de cinco, construíram, com o auxílio dos autores deste TCC, a pilha de limão e testaram o dispositivo;
- III. na última aula, os grupos apresentaram para os colegas de turma, a pilha por eles montada e responderam ao questionário pós-teste (anexo 4).

3.2. Metodologia Experimental

3.2.1. Materiais utilizados

Dois parafusos comerciais de composição desconhecida, dois pedaços de fio de cobre de 3 a 4 cm de comprimento e de espesso calibre (diâmetro superior a 3mm), um limão, um voltímetro, uma calculadora e três fios condutores com garras.

3.2.2. Procedimento

Para a montagem da “pilha de limão”, o limão foi inicialmente cortado ao meio e um pedaço de fio de cobre e um parafuso foram fixados em cada metade do limão, sem que os eletrodos “encostassem” um no outro, como representado na Figura 4.

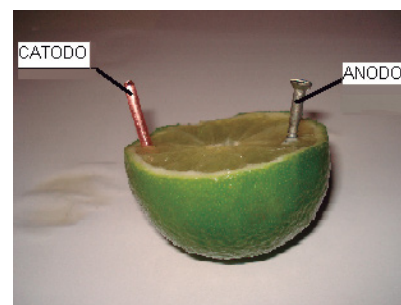


FIGURA 4:
“Pilha de limão” elaborada pelos autores deste TCC.

3.2.3. Funcionamento da “pilha de limão”

A “pilha de limão” demonstrada na Figura 4 funciona como qualquer outra pilha, inclusive como a de zinco e cobre descrita no item 1.1.1. Em um dos materiais, no caso, no “parafuso comercial”, ocorre a semirreação de oxidação, logo é o ânodo da pilha; enquanto no eletrodo de cobre acontece a semirreação de redução, sendo então, o cátodo do dispositivo.

a)

b)



FIGURA 5:
a) Uso do voltímetro para medir a ddp da “pilha de limão”;
b) “Pilhas de limão” ligadas em série (1,82V).

Um voltímetro foi ligado à “pilha de limão” para medir a diferença de potencial do dispositivo, que foi 0,89V, conforme demonstrado na Figura 5a. Para que os alunos entendessem o conceito de pilhas em série e de acumuladores (baterias), verificou-se, experimentalmente, a dobra que acontece no valor da ddp, quando se utiliza essa disposição (Figura 5b). Observe que o valor de 1,82V (ddp das duas “pilhas de limão” dispostas em série) é aproximadamente o dobro da ddp de uma única “pilha de limão”: 0,89V.

As duas pilhas em série foram conectadas a uma calculadora simples, conforme ilustrado na Figura 6, e os alunos puderam confirmar a geração da energia elétrica acionando comandos da calculadora.



FIGURA 6:
Calculadora conectada
às "pilhas de limão"
em funcionamento.

Para executar o trabalho na Fundação Bradesco, devido à grande dificuldade de encontrar fios com garras no comércio, foi necessário encomendá-los. Como esse material ainda não estava disponível no período em que a atividade foi realizada na Escola Ormanda Gonçalves, utilizou-se, nesta primeira etapa, pregadores de roupa para ligar as pilhas em série, conforme ilustrado na Figura 7.



FIGURA 7:
Pilhas ligadas em
série com o auxílio
de pregadores de roupa.

*Fonte das imagens:
original do autor.*

4. Resultados

4.1. Perfil dos alunos participantes

O perfil (idade, sexo e repetência) dos alunos que participaram da atividade “pilha de limão” aplicada pelos autores deste TCC, é apresentado a seguir:

Na escola da Fundação Bradesco, a idade dos alunos variava de 16 a 18 anos. Enquanto que na Escola Ormanda Gonçalves, de 16 a 19. O percentual de alunos participantes por idade está ilustrado na Tabela 1.

TABELA 1. Percentual de alunos/idade

IDADE DOS ALUNOS	PERCENTUAL DE ALUNOS/IDADE	
	Fundação Bradesco	Ormanda Gonçalves
16 anos	21,4%	50%
17 anos	74,3%	33,3%
18 anos	4,3%	8,3%
19 anos	0%	8,3%

Na escola da Fundação Bradesco: 58,6% dos alunos eram do sexo feminino e 37,1% do sexo masculino enquanto na Escola Ormanda Gonçalves: 66,7% dos participantes eram do sexo feminino e 33,3% do sexo masculino. Alguns participantes não identificaram no questionário pré-teste, nem seus nomes, nem o sexo. A Tabela 2 mostra o percentual de alunos participantes por sexo.

TABELA 2. Percentual de alunos/sexo

SEXO DOS ALUNOS	PERCENTUAL DE ALUNOS/SEXO	
	Fundação Bradesco	Ormanda Gonçalves
Masculino	37,1%	33,3%
Feminino	58,6%	66,7%
Não identificaram	4,3%	0%

Todos os alunos que participaram da pesquisa tanto na Fundação Bradesco, quanto na escola Ormanda Gonçalves, estavam cursando o 3º ano do Ensino Médio pela primeira vez. Nas turmas em que a pesquisa foi realizada, não havia alunos repetentes dessa série.

4.2. Cruzamento de dados

Os questionários aplicados na escola da Fundação Bradesco e na Escola Ormanda Gonçalves, embora semelhantes, não eram idênticos, entretanto, a comparação dos dados foi possível visto que havia questões comuns aos questionários utilizados nas duas instituições. Além disso, as metodologias gerais também apresentaram algumas particularidades que puderam ser avaliadas a partir do cruzamento de dados.

Questões 1 e 2 do questionário aplicado na escola da Fundação Bradesco (anexos 1 e 2)

1) Descreva com suas palavras a composição, a importância e o funcionamento de uma pilha.

2) Existe alguma relação entre usinas hidrelétricas, termoeletricas, eólicas e nucleares e as pilhas? Justifique.

As duas primeiras questões propostas nos questionários pré e pós-testes aplicados aos alunos participantes da pesquisa na escola da Fundação Bradesco eram discursivas e tinham como objetivo verificar o grau de habilidades dos alunos como a coerência no raciocínio e a capacidade de expressar, por meio da escrita, seu entendimento sobre o assunto. Em decorrência de serem discursivas apresentaram grande variação no padrão de resposta, o que impossibilitou uma análise quantitativa dessas questões.

Questão 3 do questionário aplicado na escola da Fundação Bradesco (anexos 1 e 2) / Questão 1 do questionário aplicada na Escola Ormanda Gonçalves (anexos 3 e 4)

Os metais são bons condutores de corrente elétrica?

O percentual de alunos que escolheu cada uma das opções de resposta: “sim” ou “não”; e o percentual de alunos que não respondeu à questão estão indicados na Tabela 3. A tabela apresenta o resultado obtido antes da experimentação (questionário pré-teste) e após a experimentação (questionário pós-teste), nas duas instituições de ensino participantes.

TABELA 3. Percentual de alunos/resposta

	N° DE ALUNOS PARTICIPANTES (%)			
	Fundação Bradesco		Ormanda Gonçalves	
	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste
Responderam "Sim"	97,1%	98,6%	70,8%	100%
Responderam "Não"	1,4%	1,4%	29,2%	0%
Não responderam	1,4%	0%	0%	0%

Questão 4 do questionário aplicado na escola da fundação Bradesco (anexos 1 e 2) / Questão 2 do questionário aplicado na Escola Ormanda Gonçalves (anexos 3 e 4)

Os metais possuem elétrons livres da atração dos núcleos que podem se movimentar pelo conjunto de átomos do metal, gerando assim, corrente elétrica?

De forma semelhante ao exposto na questão anterior, o percentual de alunos que escolheu cada uma das opções de resposta: “sim” ou “não” e o percentual de alunos que não respondeu à questão estão indicados na Tabela 4.

TABELA 4. Percentual de alunos/resposta

	N° DE ALUNOS PARTICIPANTES (%)			
	Fundação Bradesco		Ormanda Gonçalves	
	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste
Responderam "Sim"	85,7%	95,6%	87,5%	100%
Responderam "Não"	10%	2,2%	12,5%	0%
Não responderam	4,3%	2,2%	0%	0%

Questão 5 do questionário aplicado na escola da Fundação Bradesco (anexos 1 e 2) / Questão 3 do questionário aplicado na EEEFM (anexos 3 e 4)

É possível construir uma pilha com apenas dois metais diferentes e meios condutores de íons e elétrons?

A Tabela 5 mostra o percentual de alunos que escolheu cada uma das opções de respostas e o percentual de alunos que não respondeu à questão.

TABELA 5. Percentual de alunos/resposta

	N° DE ALUNOS PARTICIPANTES (%)			
	Fundação Bradesco		Ormanda Gonçalves	
	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste
Responderam "Sim"	64,3%	95,6%	70,8%	100%
Responderam "Não"	27,1%	4,4%	29,2%	0%
Não responderam	8,6%	0%	0%	0%

Questão 6 dos questionários aplicados na escola da Fundação Bradesco (anexos 1 e 2).

Há diferença entre pilhas e baterias?

O percentual de alunos que escolheu cada uma das opções de resposta: "sim" ou "não"; e o percentual de alunos que não respondeu à questão estão indicados na Tabela 6, que apresenta o resultado obtido antes da experimentação (questionário pré-teste) e após a experimentação (questionário pós-teste), na escola da Fundação Bradesco.

TABELA 6. Percentual de alunos/resposta na escola da Fundação Bradesco

	N° DE ALUNOS PARTICIPANTES (%)	
	Pré-teste	Pós-teste
Responderam "Sim"	90%	94,3%
Responderam "Não"	7,1%	5,7%
Não responderam	2,9%	0%

Como essa questão consta apenas no questionário utilizado na escola da Fundação Bradesco, não houve a comparação dos resultados entre as instituições.

Questão 7 do questionário aplicado na escola da Fundação Bradesco (anexos 1 e 2) / Questão 4 do questionário aplicado da EEEFM Ormanda Gonçalves (anexos 3 e 4)

Pilhas e baterias são dispositivos nos quais uma reação espontânea de oxirredução produz corrente elétrica?

A Tabela 7 apresenta o percentual de alunos que escolheu cada uma das opções de resposta: “sim” ou “não”; e o percentual de alunos que não respondeu à questão, antes da experimentação (questionário pré-teste) e após a experimentação (questionário pós-teste), nas duas instituições de ensino.

TABELA 7. Percentual de alunos/resposta

	N° DE ALUNOS PARTICIPANTES (%)			
	Fundação Bradesco		Ormanda Gonçalves	
	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste
Responderam "Sim"	90%	92,9%	83,3%	100%
Responderam "Não"	7,1%	7,1%	16,7%	0%
Não responderam	2,9%	0%	0%	0%

Questão 8 do questionário aplicado na escola da Fundação Bradesco (anexos 1 e 2).

Sabendo que os potenciais padrão de redução (E°_{red}) do cobre, do zinco e do chumbo são, respectivamente, +0,34V, -0,76V e -0,13V, determine qual par poderia formar uma pilha:

Par 1: cobre e zinco;

Par 2: zinco e chumbo;

Par 3: cobre e chumbo.

O percentual de alunos que escolheu cada uma das opções de resposta e o percentual de alunos que não respondeu à questão es-

tão indicados na Tabela 8. Como essa questão consta apenas no questionário utilizado na escola da Fundação Bradesco, não houve comparação entre resultados das duas instituições.

TABELA 8. Percentual de alunos/resposta

	N° DE ALUNOS PARTICIPANTES (%)	
	Pré-teste	Pós-teste
Par 1	58,6%	57,4%
Par 2	5,7%	4,2%
Par 3	10%	6,4%
Pares 1 e 3	1,4%	0%
Pares 1,2 e 3	15,7%	26,6%
Não responderam	8,6%	5,6%

*Par 1: cobre e zinco; par 2: zinco e chumbo; par 3: cobre e chumbo.

4.3. Análise de dados

Em relação às duas primeiras questões dos questionários aplicados na escola da Fundação Bradesco, notou-se que após a experimentação, houve ampliação do conhecimento na fundamentação teórica das respostas, o que mostra a contribuição positiva da atividade experimental “pilha de limão” para o processo de aprendizagem desses alunos. Em relação às questões objetivas, notou-se que em todas as questões, tanto no trabalho realizado na escola da Fundação Bradesco, como na Escola Ormanda Gonçalves, que o número de alunos que acertaram a resposta aumentou no questionário pós-teste em relação ao pré-teste. Isso reforça que houve significativa contribuição para a aprendizagem da atividade proposta.

Na escola da Fundação Bradesco, a questão de número 5 foi a que se verificou a maior variação percentual entre o número de alunos que acertaram a resposta no questionário pré-teste (64,3%)

e o de alunos que acertaram no pós-teste (95,6%). Provavelmente, isso aconteceu devido à clareza com que o experimento responde a esse questionamento, ilustrando que poucos componentes (eletrodos, fios e meio eletrolítico) constituem materiais suficientes para montagem uma pilha.

A única questão em que o maior número de participantes marcou a resposta errada, tanto no questionário pré quanto no pós-teste foi a de número 8. Isso pode ser “herança” da apresentação da pilha de Daniell, tão utilizada nos livros didáticos do Ensino Médio, pois esse dispositivo possui eletrodos de zinco e cobre e, talvez, isso possa ter condicionado muitos alunos a fazerem uma conexão automática entre o dispositivo e os eletrodos de zinco e cobre. Foi observado que mesmo depois de montarem uma pilha sem utilizar zinco, a maioria respondeu no questionário pós-teste que das combinações previstas entre cobre, zinco e chumbo, somente o par cobre e zinco poderia compor uma pilha. Entretanto, não se pode dizer que não houve aprendizagem em relação a esse subtópico do assunto, pois a diferença de estudantes que respondeu a essa questão corretamente no questionário pós-teste superou em mais de 10 pontos percentuais o número de alunos que respondeu corretamente no questionário pré-teste.

Os questionários aplicados no trabalho da Fundação Bradesco e na Escola Ormanda Gonçalves não eram idênticos, mas o cruzamento e a comparação de alguns dados foram possíveis, pois havia quatro questões comuns aos questionários aplicados nas duas instituições. Os anexos 1 a 4 são reprodução dos questionários aplicados durante as atividades.

Os resultados demonstraram que de forma geral, o desempenho dos alunos na Escola Ormanda Gonçalves foi melhor, já que a evolução do percentual de acertos, quando confrontados os resultados dos questionários pré e o pós-teste, foi mais expressiva nessa instituição que na escola da Fundação Bradesco. Três características do trabalho desenvolvido na escola Ormanda Gonçalves foram provavelmente responsáveis por esse resultado: o momento de pesquisa reservado aos estudantes, o maior número de aulas reservadas para desenvolver o projeto e o menor número de alunos participantes.

5. Conclusão

Foi possível perceber que a estratégia de estudar a “pilha de limão” foi eficaz no processo de aprendizagem, pois nas duas escolas em que se executou o trabalho, notou-se, a partir da análise de resultados, a evolução da compreensão dos alunos sobre os conceitos de eletroquímica. Entretanto, se não acompanhada de estratégias paralelas adequadas, como o momento para pesquisa utilizado na Escola Ormanda Gonçalves, acreditamos que a experimentação possa não alcançar os resultados esperados. A metodologia aplicada nessa instituição reservou aos alunos, após responderem ao questionário pré-teste, alguns instantes para que buscassem informações na biblioteca e/ou laboratório de informática sobre o assunto. Essa ação, provavelmente, foi um dos motivos que renderam ao primeiro trabalho melhor resultado estatístico que o segundo, visto que na escola da Fundação Bradesco a estratégia paralela desenvolvida foi uma exposição “fragmentada” dos assuntos, em que muitas abordagens, embora tenha havido uma breve introdução sobre assunto antes dos alunos iniciarem a experimentação, se processaram simultaneamente à montagem dos dispositivos.

Outro fator que pode ter influenciado nos resultados foi o número de aulas. Na Escola Ormanda Gonçalves, a atividade foi desenvolvida em 4 aulas, o que permitiu aos mais curiosos a pesquisa sobre o assunto pilhas e mais tempo hábil para concretizar a experimentação. Já na Fundação Bradesco, o trabalho foi realizado em 2 aulas geminadas. Além disso, foi possível perceber que o número de alunos menor na escola Ormanda Gonçalves (24 alunos/turma) favoreceu o andamento do processo, visto que além de facilitar a orientação por parte dos instrutores, também favoreceu a concentração dos alunos, já que o ruído gerado pelas inúmeras vozes simultâneas durante a comunicação entre os componentes dos grupos de atividades foi menor na escola Ormanda Gonçalves.

Por fim, o texto de apoio também teve papel importante, já que a partir dele os alunos puderam conhecer mais sobre o assunto e esclarecer dúvidas que surgiram a partir da leitura do texto e da montagem do experimento.

6. Referências

CISCATO, C. A. M. e PEREIRA, L. F. *Planeta Química*. Volume único. São Paulo: Ática, 2008.

FELTRE, R. *Química: Físico-Química*. v. 2. 7ª ed. São Paulo: Moderna, 2008.

FELTRE, R. *Química*, v. 2, 6ª ed. São Paulo: Moderna, 2004.

FONSECA, M. R. M. da. *Química Integral: Ensino médio*: Volume único. São Paulo: FTD, 2004.

<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>, acessada em Março de 2013.

<http://www.brasilecola.com/quimica/pilha-daniell.htm>, acessada em Junho de 2013

<http://www.grupoescolar.com/pesquisa/luigi-galvani-1737--1798.html>, acessada em março de 2013.

http://wikipedia.org/wiki/Pilha_de_Volta, acessada em Junho de 2013.

MACHADO, J. R. C. *Considerações Sobre o Ensino de Química*. 1996.

MELO, C. V. P. de. *Química Geral 2: Universidade Federal do Espírito Santo*. Núcleo de Educação de Ensino à distância. Vitória. ES. 2009.

TOLENTINO, M.; ROCHA, R. C. *O Bicentenário da Invenção da Pilha Elétrica*. *Química Nova na Escola*, nº 11, p. 35-39, 2000.

USBESCO, J. *Química - volume único*. 5ª ed. reform. São Paulo: Saraiva, 2002.

Anexos

ANEXO I. Pré-Teste (Fundação Bradesco)

Dados do aluno

Nome: _____

Idade: _____

Sexo: M () F ()

É a primeira vez que está cursando a série atual?

() Sim () Não

1) Descreva com suas palavras a composição, a importância e o funcionamento de uma pilha.

2) Existe alguma relação entre usinas hidrelétricas, termoeletricas, eolicas e nucleares e as pilhas? Justifique.

3) Os metais são bons condutores de corrente elétrica?

() Sim () Não

4) Os metais possuem elétrons livres da atração dos núcleos que podem se movimentar pelo conjunto de átomos do metal, gerando assim, corrente elétrica?

() Sim () Não

5) Para construir uma pilha, precisamos apenas de dois metais diferentes e um meio condutor de eletricidade?

() Sim () Não

- 6) Há diferença entre pilha e bateria?
() Sim. Baterias são pilhas ligadas em série.
() Não. Pilhas e baterias são a mesma coisa, apesar das baterias serem maiores.
- 7) Pilhas e baterias são dispositivos nos quais uma reação espontânea de oxirredução produz corrente elétrica?
() Sim () Não
- 8) Sabendo que os potenciais de redução padrão (E°) do cobre, do zinco e do chumbo são, respectivamente, +0,34 V, -0,76 V e -0,13 V, determine qual par poderia formar uma pilha:
a) () Cobre e zinco
b) () Zinco e chumbo
c) () Cobre e chumbo
d) () Todos os pares acima poderiam formar pilhas.
- 9) Os potenciais de redução padrão (E°) do cobre e do ferro são, respectivamente, +0,34 V e -0,44 V, determine a diferença de potencial (ΔE°) de uma pilha formada por essas duas espécies.

ANEXO II. Pós-Teste (Fundação Bradesco)

Nome do aluno: _____

- 1) Descreva com suas palavras a composição, a importância e o funcionamento de uma pilha.

- 2) Existe alguma relação entre usinas hidrelétricas, termoeletricas, eólicas e nucleares e as pilhas? Justifique.

3) Os metais são bons condutores de corrente elétrica?

() Sim () Não

4) Os metais possuem elétrons livres da atração dos núcleos que podem se movimentar pelo conjunto de átomos do metal, gerando assim, corrente elétrica?

() Sim () Não

5) Para construir uma pilha, precisamos apenas de dois metais diferentes e um meio condutor de eletricidade?

() Sim () Não

6) Há diferença entre pilha e bateria?

() Sim. Baterias são pilhas ligadas em série.

() Não. Pilhas e baterias são a mesma coisa, apesar das baterias serem maiores.

7) Pilhas e baterias são dispositivos nos quais uma reação espontânea de oxirredução produz corrente elétrica.

() Sim () Não

8) Sabendo que os potenciais de redução padrão (E°) do cobre, do zinco e do chumbo são, respectivamente, +0,34 V, -0,76 V e -0,13 V, determine qual par poderia formar uma pilha:

a) () Cobre e zinco

b) () Zinco e chumbo

c) () Cobre e chumbo

d) () Todos os pares acima poderiam formar pilhas.

9) Os potenciais de redução padrão (E°) do cobre e do ferro são, respectivamente, +0,34 V e -0,44 V, determine a diferença de potencial (ΔE°) de uma pilha formada por essas duas espécies.

ANEXO III. Pré-Teste (EEEFM Ormanda Gonçalves)

Nome do aluno: _____

Idade: _____

Assinalar com um X dentro dos parênteses:

Sexo: () Masculino () Feminino

É a primeira vez que está cursando a série atual?

() Sim () Não

1) Os metais são bons condutores de corrente elétrica?

() Sim () Não

2) Os metais possuem elétrons livres da atração dos núcleos que podem se movimentar pelo conjunto de átomos do metal, gerando assim, corrente elétrica?

() Sim () Não

3) Para construir uma pilha, precisamos apenas de dois metais diferentes e um meio condutor de eletricidade?

() Sim () Não

4) Pilhas e baterias são dispositivos nos quais uma reação espontânea de oxirredução produz corrente elétrica.

() Sim () Não

5) Nós podemos encontrar facilmente pilhas no dia a dia. Um exemplo de pilha são as latas de conserva. Normalmente são feitas de aço e revestidas com estanho. Quando a lata é amassada, a camada de estanho pode romper e o líquido da conserva cria um meio condutor entre o ferro (da chapa de aço) e o estanho, o que inclusive promove a oxidação do ferro e consequente contaminação do alimento.

() Sim () Não

ANEXO IV. Pós-Teste (EEEFM Ormanda Gonçalves)

Nome do aluno: _____

Idade: _____

Assinalar com um X dentro dos parênteses:

Sexo: () Masculino () Feminino

É a primeira vez que está cursando a série atual?

() Sim () Não

1) Os metais são bons condutores de corrente elétrica?

() Sim () Não

2) Os metais possuem elétrons livres da atração dos núcleos que podem se movimentar pelo conjunto de átomos do metal, gerando assim, corrente elétrica?

() Sim () Não

3) Para construir uma pilha, precisamos apenas de dois metais diferentes e um meio condutor de eletricidade?

() Sim () Não

4) Pilhas e baterias são dispositivos nos quais uma reação espontânea de oxirredução produz corrente elétrica?

() Sim () Não

5) Nós podemos encontrar facilmente pilhas no dia a dia. Um exemplo de pilha são as latas de conserva. Normalmente são feitas de aço e revestidas com estanho. Quando a lata é amassada, a camada de estanho pode romper e o líquido da conserva cria um meio condutor entre o ferro (da chapa de aço) e o estanho, o que inclusive promove a oxidação do ferro e conseqüente contaminação do alimento.

() Sim () Não

ANEXO V. Materiais e Procedimento

Objetivos

- conhecer as concepções dos alunos sobre o ensino de eletroquímica no Ensino Médio por meio do experimento da “pilha de limão”;
- avaliar a aprendizagem de eletroquímica por meio da utilização da atividade experimental;
- promover a aprendizagem quanto aos conceitos químicos que foram abordados durante o desenvolvimento da atividade experimental.

Materiais

- 2 parafusos comerciais;
- alguns pedaços de fio de cobre de espesso calibre;
- 1 limão;
- 1 voltímetro;
- 1 calculadora;
- 3 fios condutores
- garras.

Procedimento

- a. O limão será cortado ao meio. Um pedaço de fio de cobre e um parafuso serão fixados em cada metade de limão, mas não devem “encostar” um no outro.
- b. Um voltímetro será ligado à “pilha de limão” para medir a diferença de potencial
- c. Utilizando fios e garras, as 2 pilhas de limão serão ligadas em série.
- d. Os polos finais das pilhas dispostas em série serão conectadas a uma calculadora.

Questionário

Nome do aluno: _____

1) No cátodo de uma pilha ocorre:

() Oxidação (ganho de prótons)

() Oxidação (ganho de elétrons)

() Redução (ganho de prótons)

() Redução (ganho de elétrons)

2) Cite aplicações das pilhas elétricas.

3) Você seria capaz de fabricar uma pilha elétrica na sua casa?

4) Caso sua resposta seja afirmativa, quais materiais você utilizaria?

5) Porque a pilha elétrica recebeu esse nome?

6) A Estátua da Liberdade, presente dado pelos franceses aos estadunidenses por sua independência da Inglaterra, é constituída de chapas de cobre presas a uma armação de ferro. Está no Porto de Nova York, em um ambiente úmido, carregado de eletrólitos dissolvidos em suspensão (meio condutor). Você concorda com a afirmativa “a Estátua da Liberdade é uma pilha”? Justifique.

ANEXO VI. Texto de apoio

Pilhas e baterias: Como funcionam?



Exemplos de equipamentos que utilizam pilhas e baterias.

Analisando o mundo ao nosso redor podem surgir alguns questionamentos, fruto de uma mente curiosa: por que os fios utilizados nos postes da nossa cidade são de alumínio e em nossa casa são de cobre? Não poderiam ser de ferro? Por que o aço enferruja, mas o aço inox não? E o alumínio, por que não enferruja? Do ponto de vista químico, a corrosão dos metais é um processo eletroquímico que ocorre nas reações de oxidação-redução (oxirredução).

Podemos encontrar pilhas facilmente no nosso cotidiano, daí a importância do seu estudo. Cidades litorâneas sofrem com a oxidação do aço, normalmente denominada ferrugem devido à alta umidade do ar, o que é agravado pela presença de pequenas quantidades de sal diluído nas gotículas de água, aquela névoa observada nas praias. Na formação da ferrugem ocorre a seguinte reação (Feltre, 2004): $2\text{Fe} + 3/2 \text{O}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_3$.

Na ausência de umidade, o aço praticamente não enferruja. A presença dos íons na água permite o fluxo de elétrons provocando a corrosão dos metais, o que explica por que os metais oxidam mais rapidamente nas regiões litorâneas.

Todas as pilhas são reações espontâneas em que a diferença de potencial (ΔE°) sempre apresenta valor positivo. Pilhas e baterias são dispositivos nos quais uma reação espontânea de oxirredução produz corrente elétrica.

A diferença de potencial (ΔE°) da pilha depende das espécies envolvidas, da concentração e da temperatura. Assim o ΔE° é medido na chamada condição padrão, em que as espécies têm concentração de 1mol L^{-1} com pressão de 1atmosfera e na temperatura de 25°C . Veja na tabela abaixo o potencial padrão de redução (E°_{red}) de algumas espécies a 25°C (Atkins, 2001):

Semirreação	E°_{red} , V
$\text{Cd}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cd}_{(\text{s})}$	-0,4
$\text{Cd}(\text{OH})_{2(\text{s})} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cd}_{(\text{s})} + 2\text{OH}^-_{(\text{aq})}$	-0,81
$\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}_{(\text{s})}$	+0,34
$\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}_{(\text{s})}$	-0,44
$\text{Hg}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Hg}_{(\text{l})}$	+0,85
$\text{MnO}_{2(\text{s})} + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,23
$\text{Ni}(\text{OH})_3 + \text{e}^- \rightarrow \text{Ni}(\text{OH})_{2(\text{s})} + \text{OH}^-_{(\text{aq})}$	+0,49
$\text{Pb}^{4+}_{(\text{aq})} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}^{2+}_{(\text{aq})}$	+1,67
$\text{Pb}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}_{(\text{s})}$	-0,13
$\text{PbO}_{2(\text{s})} + \text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})} + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{PbSO}_{4(\text{s})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$	+1,68
$\text{PbSO}_{4(\text{s})} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}_{(\text{s})} + \text{SO}_4^{2-}$	-0,36
$\text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}_{(\text{s})}$	-0,76
$\text{Zn}(\text{OH})_{2(\text{s})} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}_{(\text{s})} + 2\text{OH}^-_{(\text{aq})}$	-1,25

O potencial de redução é uma medida da tendência das espécies químicas de adquirir elétrons e, portanto, serem reduzidas. O valor

é medido em volts e cada espécie possui um potencial de redução intrínseco. Quanto mais positivo for o potencial de redução, maior a tendência das espécies para adquirir elétrons e ser reduzida.

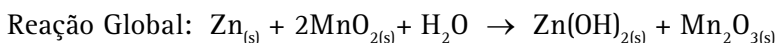
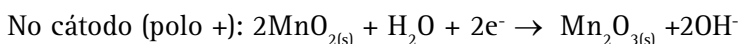
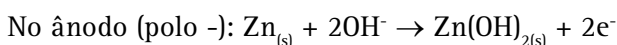
Os potenciais de redução descritos na tabela acima foram determinados com a utilização do eletrodo padrão de hidrogênio, (potencial de redução igual a zero). O ΔE° pode ser determinado pela seguinte equação:

$$\Delta E^\circ = E^\circ_{\text{cátodo}} - E^\circ_{\text{ânodo}}$$

Não é apropriado abordar a aplicação dos vários tipos de pilhas e baterias sem antes saber a diferença entre esses dois dispositivos. A unidade geradora básica é denominada célula (pilha). A tensão fornecida por uma célula pode ser insuficiente para operar os equipamentos, de forma que duas ou mais são associadas em série, formando conjuntos: as baterias.

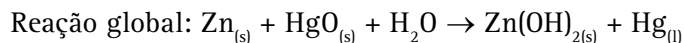
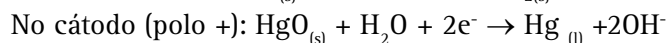
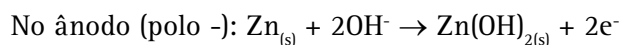
Conheça agora as principais pilhas e baterias e suas aplicações:

Pilhas alcalinas comuns: são semelhantes às pilhas comuns, apenas diferenciando-se na sua mistura eletrolítica, a qual contém hidróxido de potássio (KOH) no lugar do cloreto de amônio (NH_4Cl) das pilhas comuns. A reação da pilha alcalina de zinco manganês é a seguinte (Feltre, 2004):



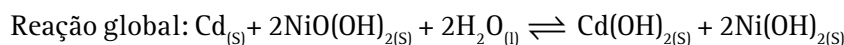
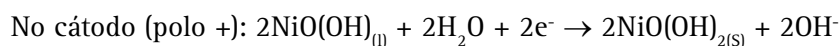
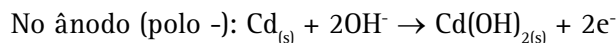
$$\Delta E^\circ = 1,23 - (-1,25) \rightarrow \Delta E^\circ = 2,48 \text{ V}$$

Pilhas de mercúrio-zinco: são constituídas de uma cápsula de zinco metálico cujo interior é constituído de hidróxido de potássio (KOH) e óxido de mercúrio II ($\text{HgO}_{(s)}$). É utilizada em aparelhos elétricos que exigem trabalho eficiente e duradouro como relógios de pulso e calculadoras. A reação da pilha de mercúrio-zinco é a seguinte (Feltre, 2004):



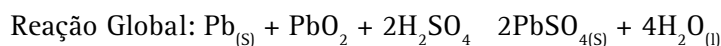
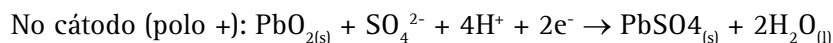
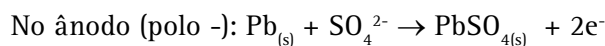
$$\Delta E^\circ = 0,85 - (-1,25) \rightarrow \Delta E^\circ = 2,10\text{V}$$

Pilhas e baterias de níquel-cádmio: são as recarregáveis, podemos encontrá-las no telefone celular, telefone sem fio, rádios, barbeadores, etc. Elas possuem a vantagem da recarga, o que prolonga a vida útil. A reação das Pilhas e baterias de níquel-cádmio é a seguinte (Feltre, 2004):



$$\Delta E^\circ = 0,49 - (-0,81) \rightarrow \Delta E^\circ = 1,30\text{ V}$$

Há ainda as baterias, um conjunto de pilhas ligadas em série que fornecem energia elétrica para acionar aparelhos de alto consumo. Um exemplo são as baterias de automóveis, constituídas de 6 células ou pilhas que produzem 12 volts no total. A reação que ocorre durante a descarga da bateria é a seguinte (Feltre, 2004):



$$\Delta E^\circ = 1,68 - (-0,36) \rightarrow \Delta E^\circ = 2,04\text{ V}$$

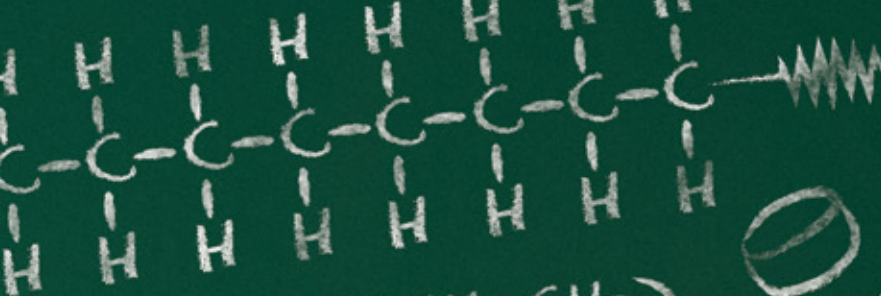
As baterias quando não são mais utilizadas devem ser descartadas, mas não em qualquer lugar. De acordo com as resoluções 257 e 263 do CONAMA, devem ser devolvidas ao fabricante para que seja feita a sua reutilização ou reciclagem ou tratamento ou a disposição final.

Referências

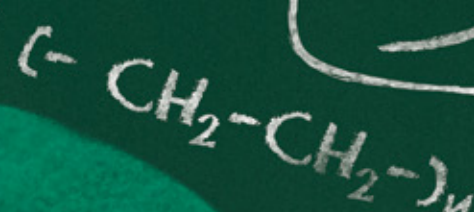
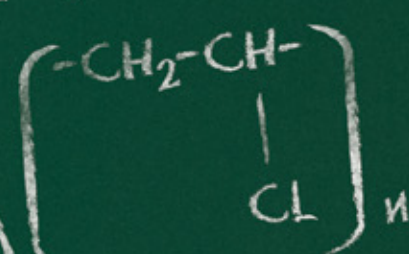
ATKINS, P.W. e JONES, L. Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res99/res25799.html>, acessada em abril de 2013.

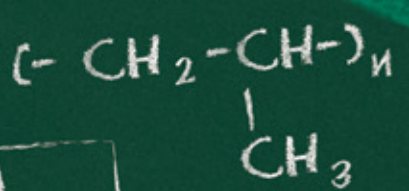
USBESCO, J. Química – volume único. 5ª ed. reform. São Paulo: Saraiva, 2002.



PET



PVC



PEAD



PERD



PROPOSTA DO ENSINO DE POLÍMEROS POR MEIO DA RECICLAGEM DE MATERIAIS PLÁSTICOS PARA AS ESCOLAS DE ENSINO MÉDIO

Cristina Betim Borges
Daina Bourguignon Campos
Luciana de Oliveira Ventura
Priscilla Paiva Luz

Resumo

A utilização de materiais plásticos tem aumentado muito nos últimos anos e isso é muito preocupante pois sua durabilidade, prejudica o meio ambiente devido ao seu descarte inconsciente na natureza. Em virtude disto, várias ações são realizadas a fim de minimizar esses prejuízos, como a reciclagem e o uso do plástico biodegradável. Assim, este projeto consistiu-se como estudo de possíveis soluções, com destaque para a reciclagem. Este projeto visou, ainda, a elaboração de uma proposta de atividade extracurricular, integrada ao ensino de Química do 3º ano de Ensino Médio nas escolas, por meio do estudo da reciclagem de plásticos, e de um instrumento de avaliação da aprendizagem dos alunos. Por meio de estudos de artigos, livros e visitas técnicas em indústrias pode-se concluir que a reciclagem é mais viável que o uso dos plásticos oxo-bio e biodegradáveis, além disso, a atividade desenvolvida em sala de aula ajuda a conscientizar os alunos acerca da importância de cuidarmos do meio ambiente.

Palavras - chave: Reciclagem, plástico, polímeros.

ABSTRACT

The use of plastic has increased in the past and this is very dangerous because of its durability, damaging the environment due to its unconscious disposal in nature. Because of this, several actions are being taken to minimize these losses, such as recycling and use of biodegradable plastic. This project consisted in the study of possible solutions; within which main approach was recycling. This project aimed also to develop a proposal for extracurricular activity, integrate teaching chemistry 3rd year high school through the study of plastics recycling, and an assessment tool of learning student. Through studies of articles, books and visits in industries can be concluded that the recycling is more viable than the use of oxy-bio plastics and biodegradable also applied activity in the classroom helps students aware of the importance of caring for the environment.

Keywords: Recycling, plastic, polymers.

1. Introdução

A Química é uma ciência muito importante para a formação do indivíduo, pois amplia os horizontes socioculturais e o exercício da cidadania, por meio de uma participação mais consciente na sociedade moderna. Vários autores discutem a necessidade de a ciência ser ensinada nas escolas de forma mais prática, levando o aluno a compreender melhor a natureza, a constituição, as propriedades e as transformações dos materiais bem como a dinâmica de evolução dos processos tecnológicos que influenciam muito nosso dia a dia. Nesse contexto, a química pode ser empregada no processo de reciclagem de materiais, visto que o lixo gerado pelas pessoas tem se tornado um grande problema para a sociedade.

Destaca-se o plástico com larga utilização pela sociedade e sua transformação em resíduos sólidos após o uso. Devido a sua grande durabilidade no meio ambiente esse tornou-se alvo de discussões ambientalistas. Desde sua criação, os plásticos vêm se tornando cada vez mais importantes no cotidiano da civilização, representando um marco na produção de qualquer tipo de mercadoria de uso doméstico (1-5).

Atualmente, existem plásticos de vários tipos, seja para uso industrial, seja para uso nos próprios produtos industrializados, acompanhando a produção de novas mercadorias que serão comercializadas, servindo à população. O seu uso é tão disseminado que os economistas já medem o grau de desenvolvimento econômico de uma sociedade pelo consumo do plástico, o que o torna responsável por uma grande parcela do lixo produzido no mundo inteiro, e considerando seu crescimento, a tendência é piorar. (1)

Com esse agravante, o destino de todo o lixo em nossa sociedade é um assunto muito discutido em virtude de a maioria dos materiais não receberem o destino correto e serem descartados de forma inadequada na natureza, causando a contaminação dos solos e das águas, o que torna necessária a reciclagem para auxiliar na diminuição do impacto desse lixo no meio ambiente. (2; 6)

No Brasil, ainda não existem caminhões que carreguem o lixo separado, (plástico, papel, vidro e metal) apenas prensado que acaba misturando todos os materiais potencialmente recicláveis, necessitando de nova separação para esse processo. Os locais onde são depositados os materiais (lixeiros) teriam que ser reorganizados além da conscientização da população brasileira que não tem a cultura de separação do lixo em sua própria casa. Geralmente essa é feita pelos empregados dos condomínios ou das residências. (1)

O principal objetivo da reciclagem, portanto, é a reutilização de um material que transformaria-se em lixo tornando-o material próprio para consumo novamente, como plásticos em geral, metais e vidros que se tornaram os maiores problemas do lixo devido a sua não biodegradabilidade – por sua alta massa molar média e a hidrofobicidade, os microrganismos tem dificuldade, por meio de suas enzimas, em quebrar as cadeias de polímeros que formam os plásticos, ou seja, eles não consomem o polímero como fonte de alimento. (2; 3; 7; 8)

Devido ao grande consumo de alimentos industrializados e produtos descartáveis, o plástico e o papel passaram a ser os dois grandes vilões da produção de lixo mundial (3). O plástico após ser utilizado, deve passar por um processo de reciclagem que garanta seu reaproveitamento, visto que reciclado tem praticamente todas as características do plástico original. A reciclagem do papel apresenta as mesmas vantagens da reciclagem dos plásticos, além de contribuir com o meio ambiente, evitando o desmatamento e economizando água e energia, com conseqüente redução dos custos para sua produção. (9)

Em 2010, entrou em vigor no Brasil a Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010, que trata, dentre outros, dos resíduos plásticos. A lei estabelece estratégias para o desenvolvimento sustentável e impõe o sistema de logística reversa, que além de tratar do ciclo de vida dos produtos e incentivar o reuso e a reciclagem de materiais, evita a disposição em aterros sempre que haja outra destinação mais favorável ao meio ambiente e à economia de recursos. (10; 11)

Outra forma de diminuir o descarte de plásticos poluentes no solo foi a criação dos plásticos biodegradáveis, que têm um tempo de vida menor do que os tradicionais. O plástico tradicional demora até 500 anos para desaparecer na natureza, enquanto o biodegradável leva em torno de 18 semanas, pois esse sofre biodegradação, degradação da ação de micro-organismos, tais como fungos e bactérias, gerando dióxido de carbono, água e biomassa, e logo transforma os polímeros em substâncias que se integram à natureza. (3; 12)

Estudos em torno desse problema social tornam-se cada vez mais essenciais para melhorar a qualidade de vida dos cidadãos. Dessa forma, o trabalho da conscientização sobre a necessidade da reciclagem em salas de aula deverá contribuir para a diminuição da produção de lixo nos próximos anos, além de possibilitar que os alunos compreendam as propriedades dos plásticos e o motivo desse material ser tão nocivo ao meio ambiente.

Além disso, não se pode deixar de mencionar que os plásticos são polímeros e estão presentes em praticamente tudo o que utilizamos, como peças de carros, eletrodomésticos, vasilhames, roupas, espumas etc. Esse fato pode ser muito útil, pois os alunos podem se interessar pela química envolvida nesses materiais poliméricos mais facilmente e o professor pode trabalhar assuntos relacionados ao tema, contextualizando o conteúdo.

Vale ressaltar que o tema polímeros faz parte no Referencial da Educação Básica das Redes Estaduais do 3º ano do Ensino Médio. Logo, por meio do estudo de plástico e sua reciclagem pode-se abordar com os estudantes, além de matérias relacionadas à Química, temas interdisciplinares; como na Biologia: os impactos ambientais; na Educação Ambiental: a conscientização social, política e ética; e na Física: a densidade; e outros. (13)

Em nosso lixo estão presentes cerca de 5 a 10% de plásticos, o que gera um grande volume de resíduos, tornando ideal o processo

de reciclagem do plástico, a fim de diminuir o volume de lixo atualmente gerado. (14)

Os plásticos podem ser divididos em dois grupos: termorrígidos ou termofixos, que não oferecem condições para reciclagem, e os termoplásticos, que podem ser moldados facilmente mediante aquecimento e, por isso, sua reciclagem torna-se viável, podendo retornar com esse material ao estágio inicial de fabricação. Assim, antes do processo de reciclagem do plástico, o conhecimento da composição desses materiais e a conscientização da população para separar e encaminhar o plástico (além dos demais materiais passíveis de reciclagem) para os locais de coleta apropriados são fatores extremamente importantes para o processo de reciclagem.⁽¹⁴⁾ Porém, é importante salientar que esse material reciclado não deve ser utilizado para fins alimentícios, pois podem conter contaminação. (15, 16, 17, 18)

Em relação ao processo de reciclagem de plásticos (Figura 1), esses devem passar por algumas etapas antes da obtenção da matéria-prima reciclada, que são: separação, principalmente de plásticos brancos e coloridos devido aos pigmentos; picotagem, para facilitar a posterior limpeza; lavagem, para retirada de contaminantes; secagem (batedores e sopradores); aglutinação (cesto rotativo); fusão na máquina extrusora; resfriamento, para obtenção dos grânulos ou 'pelletes'. Depois disso, estão prontos para serem reutilizados como matéria-prima na produção de novos plásticos. (10)

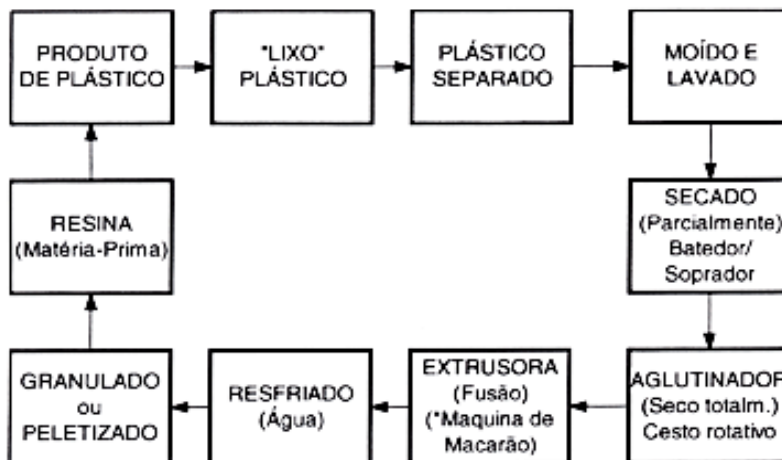


FIGURA 1. Ciclo da reciclagem mecânica. Fonte: http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/reciclagem/reciclagem_de_plastico.html

O grande problema na reciclagem é o consumo excessivo de água durante o processo. Porém, essa água pode ser reaproveitada dentro da própria usina para as próximas lavagens, o que acaba não trazendo muitos transtornos financeiros, tornando-se um método economicamente viável, já que é mais barato que a tecnologia dos plásticos biodegradáveis e ambientalmente correto.

Durante o processo de reciclagem do plástico há uma economia de 70% de energia, contando desde a coleta da matéria-prima até a obtenção do produto final. Além disso, se todo esse material continuar a ser jogado no meio ambiente causará grandes danos à vida humana. Por outro lado, descartando o lixo de forma consciente preservaremos nossos recursos naturais e promoveremos a sustentabilidade. (14)

2. Objetivos

2.1. Objetivo Geral:

- Contextualizar os conceitos de Química no cotidiano dos alunos, por meio de uma abordagem metodológica que consiga motivá-los, colaborando para que eles tenham um olhar mais crítico sobre o mundo em que estão inseridos.

2.2. Objetivos específicos:

- realizar uma atividade para exemplificar os tipos de materiais recicláveis;
- despertar para a importância da reciclagem para o meio ambiente.
- fortalecer a articulação da teoria com a prática, favorecendo o sucesso do processo de ensino-aprendizagem;
- apresentar situações que possibilitem ao educando desenvolver a habilidade de compreensão e interpretação de resultados e posicionamento crítico;
- integrar ferramentas que permitam efetiva construção do conhecimento;

- demonstrar ao educando que a química está presente no seu cotidiano e que é preciso refletir, trocar opiniões, interagir com textos e deixar a sua posição passiva de receptor da mensagem construindo novos conhecimentos;
- possibilitar discussão sobre informações de suma importância para a sociedade.

3. Metodologia

Inicialmente, foram realizadas visitas técnicas em duas empresas da Grande Vitória, visando a conhecer o processo de reciclagem do plástico e suas particularidades. Uma delas foi o grupo Rio Novo, a empresa trabalha com a produção do plástico comum e a partir de material reciclado, localizada no município da Serra. A segunda visita foi na empresa Big Flex, que trabalha com a produção do plástico comum e do plástico oxi-biodegradável, localizada no município de Vila Velha. Posteriormente, foi realizada uma revisão da literatura (leitura de artigos e livros) e, então foram preparados materiais didáticos a serem aplicados ao terceiro ano do Ensino Médio na escola pública EEEFM Aristóbulo Barbosa Leão, Serra, no estado do Espírito Santo.

O conteúdo de reciclagem e polímeros foi abordado em sala de aula, com 15 a 16 alunos, em três etapas, ou seja, três aulas de Química de 50 minutos, a saber:

1ª ETAPA

Questionamento aos alunos sobre a utilização dos plásticos no nosso cotidiano. Solicitação de que na aula seguinte os alunos trouxessem diversos tipos de materiais plásticos. Aula expositiva, sobre reciclagem de plástico, conforme anexo 1, abordando a origem do plástico, os tipos de plásticos existentes e sua classificação como polímeros termoplásticos e termofixos. Em sala de aula foram apresentados exemplos, e explanados os códigos encontrados nas embalagens plásticas que as classificam quanto à facilidade da reciclagem. Ainda nesta etapa, abordou-se sobre a composição dos materiais estudados. A importância da reciclagem e o trabalho de conscientização dos alunos também foram objetivos desta

etapa. Para auxiliar na compreensão acerca da reciclagem, foram relatadas as experiências vivenciadas durante as visitas de campo realizadas nas indústrias de reciclagem e de produção de plástico, ilustrando as explicações com fotos tiradas do processo de reciclagem dessas indústrias.

2ª ETAPA

Separados em grupos, os alunos elaboraram um texto abordando todos os conteúdos estudados na 1ª etapa, tais como origem do plástico, diferentes materiais que podem ser fabricados, tempo de decomposição, prejuízos que podem causar ao meio ambiente, perigos aos animais e a importância de reciclá-lo. Durante a elaboração dos textos, as autoras auxiliaram os alunos a incorporar os termos científicos na redação, melhorando o conhecimento dos alunos e permitindo que tivessem um embasamento melhor para defender suas ideias.

3ª ETAPA

Os alunos foram questionados sobre a importância da reciclagem dos materiais plásticos e mostraram a diferença no uso dos plásticos comuns, reciclados, biodegradáveis e oxo-biodegradáveis. Foi realizado um estudo dirigido com os alunos, com intuito de revisar as informações sobre a composição química dos diferentes tipos de plásticos, seu conceito e suas aplicações, bem como exemplos. Para finalizar o trabalho, foi feita uma explicação de como a química é comum em nosso cotidiano, permitindo que os alunos refletissem acerca de suas próprias realidades.

4. Resultados e discussão

Por meio dos estudos bibliográficos foi possível a compreensão dos diversos tipos de reciclagem. A reciclagem primária trata do reaproveitamento de peças defeituosas, aparas, rebarbas das linhas de produção da própria fábrica. Já a reciclagem secundária ou mecânica trata da transformação dos resíduos plásticos descartados, em grânulos que podem ser reutilizados na produção de outros materiais, como: pisos, conduítes, sacos de lixo, solados, mangueiras, componentes de carros, fibras, etc. A reciclagem terciária ou

química, por meio do reprocessamento de plásticos descartados, converte os monômeros e mistura de hidrocarbonetos, que poderão ser reutilizados como produtos químicos em refinarias ou centrais petroquímicas. A reciclagem quaternária ou energética é a recuperação de energia por meio do tratamento térmico aplicado aos resíduos plásticos, utilizando os resíduos plásticos como combustível na geração de energia elétrica. (14, 15)

Neste trabalho focou-se a reciclagem do tipo secundária, uma vez que, nas visitas técnicas à indústria Rio Novo, no município da Serra do ES e a Big Flex, em Vila Velha, foi evidenciado, principalmente, esse tipo de reciclagem, tornando-se mais fácil a abordagem com os alunos do terceiro ano do Ensino Médio.

No grupo Rio Novo é feita uma triagem do plástico a ser reciclado nos próprios fornecedores, pois a indústria trabalha somente com plásticos pré-selecionados, sem procedências contaminantes, para, assim, não aumentar o custo com lavagem do material. A segunda triagem pela qual passa o plástico é a separação, essencialmente manual, entre plásticos brancos e plásticos coloridos, utilizados esses últimos, preferencialmente, na confecção dos sacos plásticos para lixo.

O plástico já selecionado então passa por um processo de picotagem, transformando-o em fragmentos menores para facilitar sua limpeza. Depois é lavado com água e sabão para retirada de contaminantes e posteriormente seco, para então ser triturado e enviado ao processador final num volume reduzido, formando uma massa plástica devido à temperatura do equipamento. Esta massa plástica é fundida e homogeneizada no equipamento, que por sua vez possui cabeçotes dos quais saem filamentos contínuos que serão resfriados em água, sendo picotados no término formando grãos de plásticos, chamados *pellets*.

A indústria possui um sistema de tratamento de água, em que toda a água utilizada durante o processo de reciclagem é direcionada para um tanque onde é tratada e posteriormente reutilizada no processo.

Em relação ao plástico produzido, esse dependerá do pedido do cliente, logo, da sua finalidade, pois pode consistir apenas de matéria-prima virgem, apenas matéria-prima reciclada ou uma mistura de matéria-prima virgem com a matéria prima reciclada. Vale ressaltar que o plástico reciclado não deve ser utilizado para fins alimentícios.

Já a empresa Big Flex é responsável além da produção do plástico comum também pela do plástico oxi-biodegradável, em que é acrescentado na proporção de 1% na produção do plástico.

A tecnologia oxi-biodegradável foi desenvolvida pela EPI, grupo de empresas, presente no mundo todo, pioneira na tecnologia de aditivos oxi-biodegradáveis, que fornece aditivos TDPA® que, quando adicionados às resinas plásticas e seus co-polímeros, em várias áreas, cria produtos degradáveis, biodegradáveis e econômicos.

Esses plásticos oxi-biodegradáveis mantêm o mesmo desempenho e as mesmas características dos produtos de plásticos não degradáveis, por um período controlado (duração) até que a degradação seja iniciada por um ou todos os fatores de desencadeamento – calor, luz solar ou aumento do desgaste mecânico. Esses produtos sofrerão degradação e finalmente biodegradação, por micro-organismos, como bactérias e fungos, em curto espaço de tempo, sem deixar resíduos nocivos ao meio ambiente, restando somente dióxido de carbono, água e biomassa, que por sua vez já faz parte do biociclo normal.

A indústria também tem um pequeno setor de reciclagem primária, com reaproveitamento dos sacos brancos que apresentam defeitos macroscópicos que são impróprios para venda, os quais serão convertidos em matéria-prima novamente e reaproveitados na própria indústria. Já os plásticos coloridos que apresentaram defeitos durante a produção são vendidos e não são aproveitados na indústria.

Com relação aos plásticos biodegradáveis, não existe produção significativa no Brasil e nenhuma indústria está localizada no estado do Espírito Santo. Apesar de ser produzido por componentes naturais, como cana de açúcar, e não advindos do petróleo, como o plástico comum, o biodegradável também precisa ser descartado em locais apropriados, visto que sua degradação se dá por meio da fragmentação das cadeias de polímeros quando exposta à luz ultravioleta (UV), oxigênio ou calor elevado. Dessa forma, seu tempo de vida é realmente menor que o do plástico comum, mas a tecnologia é muito mais cara que a reciclagem.

Na primeira etapa do ensino de polímeros e reciclagem na sala de aula estavam presentes 15 alunos da turma do terceiro ano do Ensino Médio, a quem foi feito questionamento oral “O que é o plástico?” Foi possível perceber as dificuldades dos alunos em explicar as propriedades dos plásticos. Alguns definiram como matéria-prima utilizada para a produção de sacolas de supermercado, outros com matéria-prima para fabricação de vários utensílios, como sacola plástica, garrafa de refrigerante e objetos em geral. Mas to-

dos se envolveram e participaram. Logo, mediou-se a definição do plástico, sua propriedade química e utilidade para a sociedade.

Após a segunda pergunta oral sobre seus benefícios e malefícios, a maioria dos alunos afirmaram que os plásticos agridem o meio ambiente, que contaminam rios, lagos e terrenos baldios, mas eles não informaram que essa agressão ao meio ambiente é devido ao descarte inapropriado do plástico feito pelo próprio homem e não detalharam os malefícios que causam à flora, à fauna e à sociedade. Assim, complementou-se dizendo os malefícios que os plásticos causam para a flora; a fauna, que, uma vez descartado no ambiente marinho, os animais acreditam ser alimento, causando sua morte e interferindo no ciclo reprodutivo de muitas espécies; e também para a própria sociedade quando descartados em lugares inapropriados, como terrenos baldios, causando entupimentos de valas e bueiros, que causam enchentes e desabrigo de pessoas.

Os alunos, por meio de sua aprendizagem com a mídia, televisão, revistas, internet, tentaram explicar sobre a coleta seletiva e reciclagem, chegando até a mencionar da importância do lixo como fonte de renda dos catadores de lixo. A partir da explanação com o material didático expositivo das autoras, os alunos aprenderam conhecimento mais técnico e científico sobre plástico, benefícios, malefícios, reciclagem e plásticos biodegradáveis, ampliando sua consciência e responsabilidade com o meio em que vivem.

Na segunda etapa estavam presentes 16 alunos da mesma turma terceiro ano do Ensino Médio, o que possibilitou a formação quatro grupos de quatro alunos, para a elaboração do texto em grupos e socialização dos conhecimentos adquiridos o que permitiu a apresentação dos problemas ambientais que o descarte inconsciente do lixo pode trazer para a vida na sociedade.

Durante a aplicação da didática, percebeu-se a tentativa de uso de termos técnicos, sempre com a mediação das autoras, incorporados na aula anterior, mostrando que os questionamentos e a explanação foram de grande valia para aprendizagem do aluno quanto aos conceitos químicos sobre polímeros e suas classificações. Cada grupo apresentou seu texto para a turma, com particularidades relevantes. O primeiro além de mencionar a definição de plástico, benefícios, malefícios, coleta seletiva, reciclagem, mencionou principalmente a parte científica da constituição do plástico, citando os tipos de plásticos termoplásticos e termofixos, e suas propriedades para o processo de reciclagem.

O segundo grupo enfocou os malefícios ocasionados pelo descarte inapropriado dos plásticos e seu grande volume de resíduos gerados, citando a reciclagem como forma de redução do impacto ambiental. Eles foram além, e citaram outra forma de medida que o cidadão pode tomar para se ter a redução de resíduos plásticos, como reduzir o uso de plástico com a utilização de sua própria sacola ao fazer compras. Também abordaram a importância da coleta seletiva, como o primeiro passo para o processo de reciclagem, em que o cidadão é o principal responsável.

O terceiro grupo enfocou as embalagens de plásticos e seus respectivos símbolos, importantes para sua identificação e para o processo de separação da reciclagem. Vários exemplos de materiais foram apresentados por este grupo: sacola plástica de supermercado, embalagem de xampu e condicionador, garrafão de água, tubos de encanamento, embalagem de amaciante, sacola biodegradável, embalagem de bombril biodegradável, copo plástico, prato descartável e outros.

O quarto grupo abordou principalmente todo o processo de reciclagem, com as fotos dadas no material da aula anterior, da indústria Rio Novo. Eles explicaram sobre a triagem do plástico, separação plásticos brancos e coloridos, picotagem, lavagem com água e sabão, secagem, aglutinação, fusão, resfriamento, produção dos *pellets* ou grânulos que servem de matéria prima para produção de plástico.

Na terceira etapa ao reforçar conteúdos abordados na química com estudo da reciclagem dos plásticos, percebeu-se uma facilidade maior na aprendizagem. Os alunos aprenderam sobre polímeros, plásticos, meio ambiente, coleta seletiva, importância da reciclagem, sacolas biodegradáveis e oxi-biodegradáveis. Além de aprender, eles participaram ativamente da aula, compartilhando suas experiências com estudo de polímeros e reciclagem de plástico.

Assim, essa metodologia além de ensinar o conteúdo de química com abordagem polímeros e reciclagem de plástico, visou também a conscientizar os alunos da importância da coleta seletiva em suas próprias casas, garantindo assim uma qualidade de vida melhor e maior durabilidade dos nossos recursos naturais, já que o lixo quando descartado de qualquer maneira contamina o meio ambiente e compromete a biodiversidade.

5. Conclusão

Após a conclusão desse trabalho, verificou-se que a metodologia utilizada contribui com a estimulação do estudo da disciplina Química, facilitando o processo ensino/aprendizagem e demonstrando, assim, a importância da reciclagem do plástico para o meio ambiente.

A partir das visitas técnicas foi possível averiguar as diferenças entre o uso da reciclagem e o uso dos plásticos oxi-bio e biodegradáveis em nossa sociedade.

A abordagem dos temas polímeros e reciclagem em sala de aula foi de grande valia e pudemos perceber que a participação do professor neste processo foi fundamental, pois esse atua como um facilitador da prática pedagógica, motivando o aluno a questionar-se e a manter a atenção.

Já a simplicidade da metodologia abordada, que por sua vez não demanda a utilização de laboratórios bem equipados, torna a proposta viável para escolas sem infraestrutura laboratorial, pois pode ser realizada na própria sala de aula, já que os próprios alunos podem levar os materiais (plásticos usados no cotidiano) recolhidos em suas casas para desencadear a discussão em sala. O tempo necessário para preparar a atividade não é longo, o que deve estimular sua aplicação sem comprometimento da carga horária de trabalho do professor que, geralmente, é bastante intensa.

A atividade proposta desse trabalho favorece a articulação entre teoria e prática, valorizando a pesquisa individual e coletiva.

Vale ressaltar também a interdisciplinaridade deste experimento, relacionando uma grande quantidade de informações relevantes aos alunos de um modo interessante, atraente e contextualizado, visto que o tema pode ser utilizado tanto em aulas de Química, como nas aulas de Biologia abordando o tema da atividade biológica de bactérias e as questões ambientais. Nas aulas de Física também é possível explorar esse conhecimento, visto que o processo de reciclagem aqui abordado é todo mecânico e a medida de separação dos materiais para a reciclagem é dada devido à diferença de densidade existente na constituição dos seus polímeros.

6. Referências

1. FILHO, H.M.V. *Plástico: Descrição e Análise do Ciclo de Reciclagem*. Disponível em: <http://www.nima.puc-rio.br/cursos/pdf/043_humberto.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2013.
2. OLIVEIRA, L.L. de et al. *Impactos Ambientais causados pelas sacolas plásticas: O caso Campina Grande – RS*. Biofar, 2012, vol.07, n.01, pp. 88-103.
3. FRANCHETTI, S.M.M. e MARCONATO, J. C. *Polímeros biodegradáveis - uma solução parcial para diminuir a quantidade dos resíduos plásticos*. Química Nova, 2006, vol.29, n.4, pp. 811-816.
4. MATTOS, Débora de Moura et al. *Perspectiva da Introdução do Estudo de Polímeros no Ensino Médio pela Síntese da Baquelite*. Natal: Ufrn, 2013. 8 p. 5º Congresso Norte-Nordeste de Química. Disponível em: <http://www.google.com.br/url?sa=t&trct=j&fq=êtesrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCwQFjAA&url=http%3A%2F%2Fannq.org%2Feventos%2Fupload%2F1362690366.pdf&ei=Mb_FUaTgF4Ln0wGYt4CADA&usg=AFQjCNGbsHBm0xtmr_7KNhOavda_BoomVQ&sig2=FuM1eGHK1LmSLPysmbvwSg&bv=bv.48293060,d.dmQ>. Acesso em: 01 jun. 2013.
5. *PLÁSTICO biodegradável é a solução?* Disponível em: <<http://www.sobiologia.com.br/conteudos/jornal/noticia3.3.php>>. Acesso em: 08 mar. 2013.
6. ABREU, C. *A Importância da Reciclagem na Sociedade Moderna*. Disponível em: <<http://www.atitudessustentaveis.com.br/artigos/importancia-reciclagem-sociedade-moderna/>>. Acesso em: 08 mar. 2013.
7. CANGEMI, J.M., SANTOS, A.M. dos, e NETO, S.C. *Biodegradação: Uma alternativa para minimizar os impactos decorrentes dos resíduos plásticos*. Química Nova Na Escola, n. 22, p.17-21, 2005.
8. *O que é o plástico biodegradável?* Disponível em: <http://www.inp.org.br/pt/informe-se_PlasticoBio.asp>. Acesso em: 15 jun. 2013.

9. *O que pode ser reciclado?* Disponível em: <<http://www.institutogea.org.br/oquepodeserreciclado.html>>. Acesso em: 08 mar. 2013.
10. OLIVEIRA, M.C.B.R de. *Gestão de Resíduos Plásticos no pós-consumo: Perspectivas para a reciclagem no Brasil*. Disponível em: <http://www.ppe.ufrj.br/pppe/production/tesis/maria_deoliveira.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2013.
11. BRASIL. Lei n. 12.305, de 02 de agosto de 2010. *Política Nacional dos Resíduos Sólidos*. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.
12. FILHO, R.S. *Plásticos biodegradáveis*. Disponível em: <http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/desenvolvimento/conteudo_296387.shtml>. Acesso em: 08 mar. 2013.
13. OLIVEIRA, A.M. - *O ensino do tema polímeros na perspectiva da educação dialógica com enfoque CTS: reflexões e ações* - Campo Grande - MS, 2010.
14. *Reciclagem de plástico: Classificação dos plásticos, tipos de reciclagem*. Disponível em http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/reciclagem/reciclagem_de_plastico.html. Acesso em 15 jun. 2013.
15. PERUZZO, F.M.; CANTO, E. L. - *Química na abordagem do cotidiano – Química Orgânica*, volume 3, 4ª edição, São Paulo, Editora Moderna, 2010.
16. FELTRE, R. - *Química Orgânica* – Volume 3, 6ª edição, São Paulo, Editora Moderna, 2004.
17. *A reciclagem do plástico*. Disponível em <http://www.unicamp.br/fea/ortega/temas530/mariana.htm>. Acesso e 15 de junho de 2013.
18. COLTRO, L.; GASPARINO, B.F.; QUEIROZ G.C. - *Reciclagem de materiais plásticos: a importância da identificação correta* – *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, 2008, vol. 18, nº 2, p. 119-125.

19. PERUZZO, F.M.; CANTO, E. L. - *Química na abordagem do cotidiano – Química Geral e Inorgânica*, volume 1, 4ª edição, São Paulo, Editora Moderna, 2010.
20. FELTRE, R. - *Química Geral – Volume 1*, 6ª edição, São Paulo, Editora Moderna, 2004.

Anexos

ANEXO I. Aula de Reciclagem de Plástico

Em química como poderemos conceituar o plástico? (1,2)

Significado: plástico, termo utilizado para se referir aos polímeros artificiais. (3,4)

Classificação:

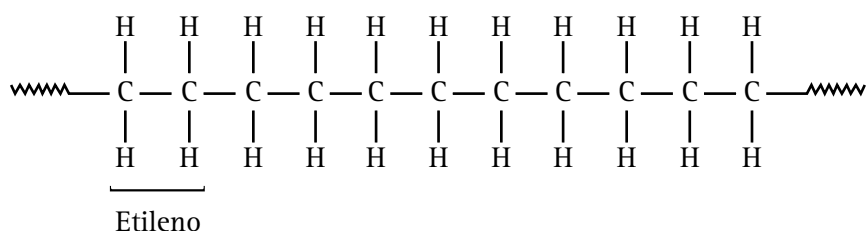
- **Polímeros termoplásticos:** quando aquecidos, amolecem e permitem que sejam moldados, adquirindo o formato desejado. Exemplos: polietileno, polipropileno e cloreto de polivinila (pvc). (3,4)

POLIETILENO



Etileno

Polietileno



Polietileno

FIGURA 1. Reação para formação do polietileno



Utilizado para a fabricação de objetos domésticos, brinquedos, garrafas plásticas e sacolas plásticas. (3, 4)

POLIPROPILENO

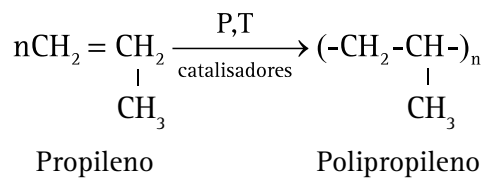


FIGURA 2. Reação para formação do polipropileno

Utilizado na fabricação de para-choques e cordas. (3, 4)

CLORETO DE POLIVINILA (PVC)

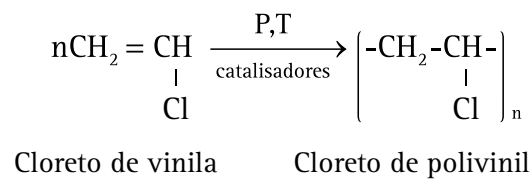
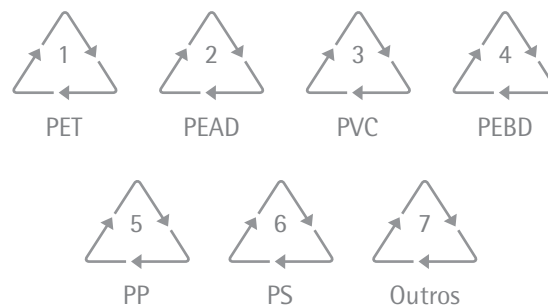


FIGURA 3. Reação para formação do cloreto de polivinila

Usado na fabricação de tubos para encanamento, de sapatos plásticos e de filmes para embalagens. (3, 4)

- **Polímeros termofixos:** ao serem aquecidos não amolecem e, caso o aquecimento continue, começam a se decompor. Exemplos: borracha e baquelite. Borracha sintética é empregada na fabricação de juntas, tubos flexíveis e no revestimento de materiais elétricos. Baquelite é utilizada na produção de discos musicais, tomadas, interruptores, cabos de painéis, telefones, bolas de bilhar, câmeras fotográficas, revestimentos de móveis (para essa finalidade a baquelite é conhecida como fórmica), carapaças de eletrodomésticos e peças de automóveis. (3, 4)



- 1 - PET - Polietileno tereftalato
- 2 - PEAD - Polietileno de alta densidade
- 3 - PVC - Policloreto de vinila
- 4 - PEBD - Polietileno de baixa densidade
- 5 - PP - Polipropileno
- 6 - PS - Poliestireno
- 7 - Outros

RESINA	APLICAÇÃO	RECICLAGEM
 1 PET	Garrafas para refrigerante, óleo comestível, molho para salada, anti-séptico bucal, xampu	Fibra para carpete, tecido, vassoura, embalagem de produtos de limpeza, acessórios diversos
 2 PEAD	Garrafas para suco, leite, produtos de limpeza, potes para sorvete, frascos para xampu	Frascos para produtos de limpeza, óleo para motor, tubulação de esgoto, conduite
 3 PVC	Filmes estiráveis, berços para biscoitos, frascos para anti-séptico bucal, xampu, produtos de higiene pessoal <i>blister</i>	Mangueira para jardim, tubulação de esgoto, cones de tráfego, cabos
 4 PEBD	Filme encolhível, embalagem flexível para leite, iogurte, saquinhos de compras, frascos <i>squeezable</i>	Envelopes, filmes, sacos, sacos para lixo, tubulação para irrigação
 5 PP	Potes para margarina, sorvete, tampas, rótulos, copos descartáveis, embalagem para biscoitos, xampu	Caixas e cabos para bateria de carro, vassouras, escovas, funil para óleo, caixas, bandejas
 6 PS	Copos descartáveis, pratos descartáveis, pote para iogurte, bandejas, embalagem para ovos, acolchoamento	Placas para isolamento térmico, acessórios para escritório, bandejas
 7 Outros	Embalagem multicamada para biscoitos e salgadinhos, mamadeiras, CD, DVD, utilidades domésticas	Madeira plástica, reciclagem energética

FIGURA 4. Símbolos de identificação dos materiais plásticos, exemplos de aplicação e de reciclagem. Fonte: COLTRO, 2008.

Reciclagem dos plásticos

- Quantidade de lixo gerado – importância da reciclagem.
- Coleta seletiva.
- Material utilizado para reciclagem é a sacola plástica.
- Reciclagem: Triagem do plástico → separação plásticos brancos e coloridos → picotagem → lavagem com água e sabão → secagem → aglutinação → fusão → resfriamento → produção dos pellets ou grânulos (matéria prima para produção de plástico).

Plástico oxi-biodegradável: 1% do componente oxi-bio adicionado na produção do plástico o que contribui para diminuir a resistência do plástico comum, pois essa substância aumenta a distância entre as moléculas, dessa forma o plástico se despedaça mais facilmente que o plástico comum. Porém não se degrada 100% e não pode ser reciclado.



FIGURA 5:
Triagem e separação dos plásticos para reciclagem na indústria Rio Novo – Serra – ES.



FIGURA 6:
Separação do plástico para início do processo de reciclagem na indústria Rio Novo – Serra – ES.



FIGURA 7:
Equipamento para picotagem e posterior limpeza com água e sabão das sacolas plásticas na indústria Rio Novo – Serra – ES.



FIGURA 8:
Equipamentos referentes às etapas de lavagem e de secagem do material a ser reciclado na indústria Rio Novo – Serra – ES.



FIGURA 9:
Local de armazenamento das sacolas plásticas picotadas, lavadas e secas na indústria Rio Novo – Serra – ES.



FIGURA 10:
Início do processo de aglutinação nos cestos rotativos das sacolas plásticas já picotadas, limpas e secas na indústria Rio Novo – Serra – ES.



FIGURA 11:
Término do processo de aglutinação nos cestos rotativos das sacolas plásticas já picotadas, limpas e secas na indústria Rio Novo – Serra – ES.



FIGURA 12:
Equipamento referente à etapa de formação da massa plástica fundida e homogeneizada e resfriamento, indústria Rio Novo – Serra – ES.



FIGURA 13:
Equipamento em que a massa plástica é transformada em um "espaguete" contínuo para posterior resfriamento para formação dos *pellets* (grãos de plásticos) após picotagem, indústria Rio Novo – Serra – ES.



FIGURA 14:
Grãos de plásticos (*pellets*), indústria de reciclagem Rio Novo – Serra – ES.

*Fonte das imagens:
original do autor.*

Referências

1. PERUZZO, F.M.; CANTO, E. L. - Química na abordagem do cotidiano – Química Geral e Inorgânica, volume 1, 4ª edição, São Paulo, Editora Moderna, 2010.
2. FELTRE, R. – Química Geral – Volume 1, 6ª edição, São Paulo, Editora Moderna, 2004.
3. PERUZZO, F.M.; CANTO, E. L. - Química na abordagem do cotidiano – Química Orgânica, volume 3, 4ª edição, São Paulo, Editora Moderna, 2010.
4. FELTRE, R. – Química Orgânica – Volume 3, 6ª edição, São Paulo, Editora Moderna, 2004.
5. COLTRO, L.; GASPARINO, B.F.; QUEIROZ G.C. - Reciclagem de materiais plásticos: a importância da identificação correta – Polímeros: Ciência e Tecnologia, 2008, vol. 18, nº 2, p. 119-125.



3

M
nãometal



H
metal
H

gases nobres



INTRODUÇÃO AO ESTUDO DA TABELA PERIÓDICA POR MEIO DE UM JOGO DIDÁTICO

Luciano da Costa Dias

Mari Inez Tavares

Resumo

O presente trabalho tem por objetivos: a) verificar quais são os conhecimentos prévios de estudantes do 1o ano do Ensino Médio acerca da tabela periódica; b) avaliar a interação dos alunos em grupo quanto ao comportamento na atividade lúdica; c) despertar o interesse em aprender química. Segundo Vigotsky (2007), a aprendizagem ocorre por meio da interação e do diálogo, motivo pelo qual foi escolhido um jogo que pode ser jogado em grupos. Os sujeitos de pesquisa são 34 alunos da E.E.E.F.M Professor “Joaquim Fonseca”, localizada no município de Conceição da Barra – ES. Durante a realização de uma atividade lúdica (dominó químico) com esta turma de alunos foi analisado todo o processo de interação dos sujeitos de pesquisa em relação ao jogo e foram colhidos dois questionários (pré-teste e pós-teste) para a análise, bem como realizou-se uma aula expositiva com a utilização de slides sobre a história e desenvolvimento da tabela periódica. O material foi submetido à análise do conteúdo (Bardin, 2002). Após análise, depreendeu-se que existe uma maneira mecânica de pensar e utilizar a tabela periódica. Embora demonstrassem em sua maioria uma grande motivação durante o momento do jogo, os conceitos químicos ainda não foram bem compreendidos. Apesar de o trabalho não buscar em seu resultado aprendizado imediato, serve ao menos como aplicação de exercícios de estruturas e habilidades, o que vem a desenvolver certos potenciais no indivíduo (Soares, 2004).

Palavras - chave: aprendizagem, jogo, lúdico

Abstract

The present work aims to: a) determine what are the prior knowledge of students from first year of high school on the Periodic Table b) evaluate the interaction of students in the group as to the behavior in playful activity c) arouse interest in learning chemistry. According to Vygotsky (2007) learning takes place through interaction and dialogue, which is why it was chosen a game that can be played in groups. The research subjects are 34 students EEEM Professor "Joaquim Fonseca", located in the municipality of Conceição da Barra - ES. While performing a play activity (domino químico) with this group of students were analyzed throughout the interaction process of research subjects in relation to the game and two questionnaires were collected (pre-test and post-test) for analysis and as a lecture with the use of slides on the history and development of the periodic table. The material was subjected to content analysis (Bardin, 2002). After analyzing surmised that there is a way of thinking and mechanics and use the periodic table. Although mostly demonstrated great motivation during the time of the game, the part of chemical concepts is still not well understood, but although the work does not get in your immediate learning outcome, serves at least as application exercises structures and skills, what is the potential to develop certain individual (SOARES, 2004).

Keywords: learning, game, playful activity.

1. Educação em Química e aprendizagem por meio de jogos

O processo da aprendizagem é objeto de estudo de pesquisadores da Psicologia da Educação de várias gerações, os quais chegaram a um consenso de que não há uma única solução que seja capaz de resolver a dificuldade de aprender.

A compreensão de como ocorre o processo de aprendizagem e o uso de metodologias que enfatizam a aprendizagem significativa são elementos-chave do sucesso da organização de projetos de ensino de boa qualidade.

O estudo da química no Ensino Médio tem por objetivos:

- desenvolver as capacidades de: pensar sobre hipóteses, possibilidades, causas e consequências, bem como de escrita e argumentação pois toda ciência é linguagem;
- aprimorar a capacidade de expressar-se por meio da linguagem química, ou seja compreender na íntegra símbolos químicos e fórmulas;
- estimular o raciocínio crítico acerca do uso da ciência e tecnologia;
- aperfeiçoar a habilidade de manuseio de materiais e instrumentos.

O professor mediador é facilitador do processo ensino e aprendizagem. A prática docente do mediador é dialógica, pois é por meio do diálogo que se aprende (FREIRE, 1974).

A ludicidade, atualmente tem sido um dos temas centrais nos estudos acerca do ensino das ciências, porém a importância no uso do jogo para o ensino não é recente. Desde a Grécia antiga, Platão enfatizava que o ensino de Matemática para crianças deveria ser através de jogos não competitivos, em que situações do cotidiano fossem valorizadas (PLATÃO, 1972).

Em síntese, as atividades lúdicas não levam simplesmente à memorização mais fácil do assunto abordado, mas induzem o aluno a raciocinar, a refletir (SANTANA, 2012).

O jogo por favorecer o diálogo entre os jogadores se coaduna com os pressupostos de Vigotsky (2007) acerca da aprendizagem. Vigotsky defende que o desenvolvimento cognitivo ocorre quando o ser humano tem oportunidade de se comunicar e interagir com outros.

O objetivo deste trabalho é promover a motivação, o aprendizado da leitura e interpretação da Tabela Periódica por meio de uma atividade lúdica, desfazendo paradigmas adquiridos ao longo do tempo em relação ao ensino de aprendizado de química como mérito de poucos. Durante a execução do jogo “Dominó Químico” procurou-se verificar os conhecimentos prévios, a interação dos alunos e o seu interesse em aprender conceitos relativos à Tabela Periódica.

2. Os jovens de Conceição da Barra

A pesquisa foi desenvolvida na EEEM Professor “Joaquim Fonseca” na cidade de Conceição da Barra-ES, numa turma de 34 alunos, 19 meninas e 15 meninos do 1º ano do Ensino Médio, turno matutino.

A faixa etária da turma é de 14 a 17 anos. Destes, 08 de 14 anos, 21 de 15 anos, 05 alunos de 16 anos e apenas um aluno de 17 anos. Todos os alunos residem no máximo a 3km das imediações da escola.

3. O momento das aulas

A coleta de dados foi desenvolvida em três aulas (duas de 55 minutos e 20 minutos da última) que ocorreram em dias distintos. No primeiro dia, os alunos deveriam escrever em uma folha de papel A4 o que sabiam acerca da Tabela Periódica durante um período de 20 minutos. Em seguida, as folhas foram recolhidas e foi ministrada uma aula expositiva sobre a história e desenvolvimento da Tabela Periódica, utilizando-se como recurso pedagógico slides e data-show. Esse segundo momento durou aproximadamente 25 minutos e houve um debate de 10 minutos em relação ao tema apresentado.

O jogo *Dominó Químico* foi aplicado na segunda aula. Trata-se de um jogo aplicado em outras escolas por profissionais de licenciatura na área da Química (SOUZA *et al*, 2009). O jogo tem regras idênticas ao dominó tradicional, com exceção é claro, que no dominó químico, as faces em vez de terem pontos indicando valores numéricos, têm símbolos dos elementos químicos, seus nomes e grupo a que pertencem na Tabela Periódica. Esse jogo foi escolhido devido a sua simplicidade, ou seja, fácil entendimento das regras e é fácil de ser jogado. Nesse caso, a sua funcionalidade permite uma aprendizagem interativa com aquisição de conhecimento relacionado a um tema que ao longo do tempo tem sido tachado de “decoreba” e é adjetivado pejorativamente.

Essa simplicidade não quer dizer que não há importância em participar do jogo, pois mesmo que essas ações não representem aprendizado imediato, servem ao menos como exercícios de estruturas e habilidades, o que desenvolve certos potenciais no indivíduo (SOARES, 2004).

A confecção do jogo é de baixo custo, pois esse é feito com materiais que podem ser encontrados com facilidade: caixa de papelão, tesoura, estilete, cola e folhas impressas coloridas com as faces das peças. As caixas de papelão podem ser conseguidas em supermercados e os outros materiais, geralmente, todos têm em casa. Pode ser utilizado também um material conhecido no mercado como papel “contact” que aumenta a vida útil do jogo, pois o protege contra os danos do manuseio das peças. As Figuras 1 e 2 mostram as peças do jogo *Dominó Químico*.

H - 1	Hidrogênio	Hidrogênio	Carbono	Hidrogênio	Oxigênio	Hidrogênio	Cálcio
H - 1	Hélio	H - 1	Nitrogênio	H - 1	Al - 13	Ca - 2	Cálcio
Ca - 2	Alumínio	Cálcio	O - 16	Ca - 2	He - 18	Cálcio	C - 14
Cálcio	N - 15	Al - 13	Alumínio	Alumínio	Hélio	Al - 13	Carbono
Al - 13	Oxigênio	Alumínio	Nitrogênio	C - 14	Carbono	C - 14	He - 18
C - 14	Nitrogênio	O - 16	Oxigênio	Carbono	O - 16	O - 16	He - 18
He - 18	He - 18	N - 15	Nitrogênio	N - 15	Oxigênio	Nitrogênio	Hélio
Hélio	Hélio						

FIGURA 1. Peças que compõem o *Dominó Químico*.

H - 1	Hidrogênio	Hidrogênio	Magnésio	Hidrogênio	Fósforo	Hidrogênio	Carbono
H - 1	Neônio	H - 1	S - 16	H - 1	Cloro	Mg - 2	Ne - 18
Magnésio	P - 15	Mg - 2	Magnésio	Magnésio	Cl - 17	Magnésio	C - 14
Mg - 2	Enxofre	C - 14	Carbono	C - 14	Cloro	Carbono	P - 15
C - 14	Ne - 18	S - 16	Carbono	P - 15	Fósforo	P - 15	Ne - 18
Carbono	Neônio					Fósforo	Neônio
S - 16	Fósforo	Cl - 17	Fósforo	S - 16	Enxofre	Enxofre	Cloro
Enxofre	Neônio	Cloro	Cloro	Cloro	Neônio	Ne - 18	Ne - 18
						Neônio	Neônio

FIGURA 2. Peças que compõem o *Dominó Químico*.

A peça “bucha” que dá início à partida é a peça “Hidrogênio”, apontada na Figura 3.

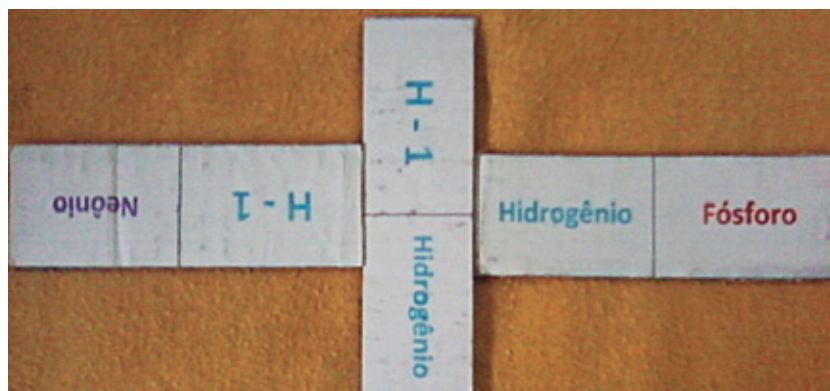


FIGURA 3.
Peça "bucha" (Hidrogênio).

Durante o jogo, os jogadores devem procurar ligar o nome do elemento à peça que contém o símbolo e o grupo com a qual pertence, conforme ilustrado nas Figuras 4 e 5.

FIGURA 4.
Peças ligadas pelo nome do elemento em uma face e com o símbolo a que pertence na Tabela Periódica em outra face.

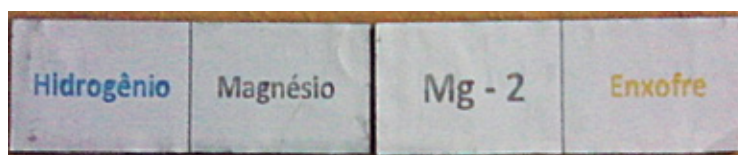


FIGURA 5.
Duas peças ligadas pelo nome do elemento com uma face que contém o nome juntamente com o símbolo, seguido do grupo a que pertence.



No terceiro dia, os alunos responderam novamente o questionário inicial sobre o que sabiam acerca da Tabela Periódica, caracterizando essa coleta de dados como um pré-teste/pós-teste. As respostas do pré-teste/pós-teste foram tabuladas e após submetidas à análise do conteúdo, conforme proposta por Laurence Bardin (2002). Resumidamente, em uma análise do conteúdo os relatos falados e escritos de uma entrevista ou respostas aos questionários são organizados e categorizados de modo a verificar quais são as concepções predominantes em um indivíduo ou grupo. Neste trabalho, a separação foi feita levando em conta a evocação de palavras ou expressões que estão relacionadas de forma direta ou indireta ao tema abordado (tabela periódica) e o jogo utilizado durante a pesquisa. As expressões indicam a maneira como os alunos constroem os conceitos vinculados ao tema e à atividade lúdica.

O pré-teste foi aplicado na primeira aula e os alunos usaram cerca de 20 minutos para dizer o que sabiam a respeito da Tabela Periódica. As 21 palavras ou expressões evocadas no pré-teste num total de 95 evocações demonstram a imensidão de maneiras de pensar que os alunos tiveram a respeito dessa. Algumas têm um sentido lógico de serem citadas, como elementos químicos e número atômico, já que o trabalho é realizado em torno da Tabela Periódica dos elementos químicos e esses são organizados em ordem de número atômico nos períodos. Um destaque importante foram as 10 evocações referentes à distribuição eletrônica. Isso indica uma relação estreita ao que os alunos estavam estudando no momento e o uso contínuo da tabela como consulta. Em relação a isso, a expressão distribuição eletrônica poderia certamente estar relacionada com a palavra consulta, já que a aprendizagem desse conteúdo é necessária ao manuseio da tabela. Portanto, embora a distribuição eletrônica se enquadre em consulta, decidiu-se separá-las a fim de verificar de forma direta o uso da palavra consulta, que foi mencionada 8 vezes no pré-teste. Outro destaque importante, porém não tão positivo foi pouca evocação em relação a grupos ou famílias e períodos, as quais tiveram cada uma 6 evocações. Em relação a grupos ou famílias, considerou-se a evocação literal, ou seja, separadamente das evocações relacionadas aos grupos de elementos que formam a Tabela Periódica, pois foram evocadas também: metal, não-metal e gases nobres, mas sempre esses últimos no sentido de que a tabela periódica é formada por esses grupos de elementos. Também foram mencionados os semi-metais que não são mais assim considerados. Isso se deve ao fato de que há ainda a comercialização de tabelas que ainda representam essa separação. Em outros, foram separadas palavras ou expressões que foram evocadas apenas uma vez com destaque para a evocação da palavra hibridização, fato bem interessante para alunos do 1º ano do Ensino Médio.

No pré-teste, houve evocação de vinte e uma palavras ou expressões relacionadas ao tema conforme indicadas na Tabela 1.

TABELA 1: Expressões ou palavras evocadas no pré-teste.

PALAVRAS OU EXPRESSÕES	EVOCAÇÕES	PORCENTAGEM (%)
Consulta	8	8,4
Distribuição eletrônica	10	10,5
Elementos químicos	20	21,1
Gases nobres	3	3,2
Grupos ou famílias	6	6,3
Massa atômica	4	4,2
Metais	5	5,3
Número atômico	14	14,7
Não-metais	3	3,2
Períodos	6	6,3
Semi-metais	2	2,1
Símbolos	5	5,3
Outros	9	9,5
Total	95	100

Na categoria outros estão palavras ou expressões que foram evocadas apenas uma vez: átomo, densidade, eletronegatividade, estados físicos da matéria, hibridização, isótopo, número de oxidação, ligações químicas e organização. O gráfico de barras (Figura 6) apresenta a palavra/expressão mais mencionada. A evocação a elementos químicos e números atômicos refere-se às informações mais elementares contidas na tabela periódica.

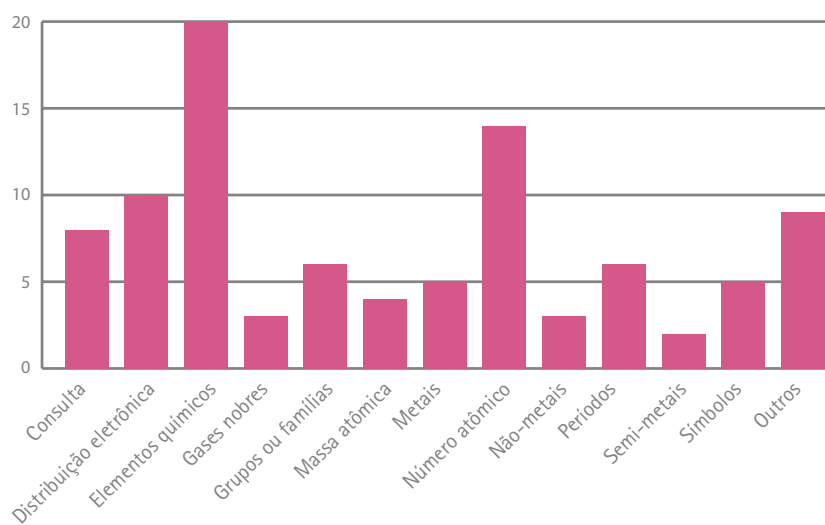


FIGURA 6:
Gráfico de Barras da
palavra/expressão mais mencionada.

4. A aula expositiva e o momento da realização do jogo

Após o pré-teste, foram apresentados 12 slides em data-show durante cerca de 25 minutos e posteriormente houve 15 minutos para debate. Os slides apresentados tratavam da história e do desenvolvimento da tabela periódica ao longo do tempo, destacando o aspecto da organização que foi necessária durante todo o tempo. Durante a aula foi notório o espanto de vários alunos diante de “novidades” a respeito da tabela periódica, no que diz respeito à sua história. Diante do caráter pejorativo que a tabela periódica adquiriu, ao longo do tempo, foi perceptível que alguns conceitos relacionados à dificuldade de compreensão acerca da tabela foram mudados, diante das manifestações de alguns alunos ao perceberem o uso de figuras animadas nos slides. O conceito forte em relação a decorar a Tabela Periódica ainda é muito forte, mesmo diante das várias ferramentas e evolução do ensino, demonstrando que é necessário ao profissional, uma renovação constante afim de despertar o interesse ao estudo da química.

Na segunda aula, quando foi aplicado o jogo dominó químico, estavam presentes 34 alunos e foram formados oito grupos com quatro jogadores cada, sobrando apenas um. Para esse, foi sugerido que participasse de outro grupo esperando uma oportunidade para participar da atividade.

Foi bastante notória a animação e o envolvimento com atividade em todos os grupos, pois logo compreenderam como seria jogado o dominó químico. Apesar de não haver problemas de organização, houve uma pequena timidez a princípio, pois alguns alunos demonstraram estar pouco à vontade, o que provavelmente se deu devido a algo novo que estava ocorrendo. Dessa forma, apenas alguns segundos de conversa fez com eles já montassem o grupo e comesçassem a jogar como mostra a Figura 7.

Apenas dois grupos demonstraram dificuldade inicialmente que logo foi solucionada com mais algumas explicações. Esses alunos não entenderam como ligar as faces, dessa forma foi explicado que poderia ser ligada a face com o nome do elemento com outra também com o nome do elemento e também com uma face que continha o símbolo do elemento com seu respectivo grupo da tabela periódica.

Um fato importante também foi que pelo menos um dos alunos em cada grupo estava utilizando a Tabela Periódica, em alguns ca-

so até dois, mesmo que diretamente ela não tivesse utilidade muito considerável para o jogo. Mas, o positivo foi que os alunos procuraram associar alguma informação contida nas peças do dominó que os fizessem consultar a tabela.

Apenas um grupo demonstrou não estar mais com vontade de jogar após 20 minutos de atividade. Esses alunos disseram estar “enjoados”. Os outros grupos permaneceram tão animados e entretidos que inclusive devolveram as peças alguns segundos antes de soar o sinal indicando o final da aula.

5. A terceira aula – momento de aplicação do pós-teste

A aplicação do pós-teste selou o ciclo de coleta de dados. Ao analisar o pós-teste também foram encontradas 21 evocações de palavras ou expressões e 9 palavras ou expressões que foram citadas uma vez. Essas palavras/expressões encontram-se tabuladas na Tabela 2.

Tabela 2: Expressões ou palavras evocadas no pós-teste.

PALAVRAS OU EXPRESSÕES	EVOCAÇÕES	PORCENTAGEM (%)
Consulta	4	5,8
Distribuição eletrônica	3	4,3
Diversão	3	4,3
Elementos químicos	13	18,8
Estados físicos	2	2,9
Grupos ou famílias	12	17,4
Jogo	4	5,8
História da tabela periódica	5	7,2
Massa atômica	3	4,3
Organização	2	2,9
Períodos	9	13
Outros	9	13
Total	69	100

Assim como no pré-teste, as palavras evocadas apenas uma única vez foram alocadas em outros. As palavras citadas apenas uma vez

foram: aprendizado, átomo, densidade, elementos artificiais, gases nobres, hibridização, metais, não-metais e símbolos. O gráfico de barras da Figura 7 ilustra as expressões e palavras mais evocadas no pós-teste.

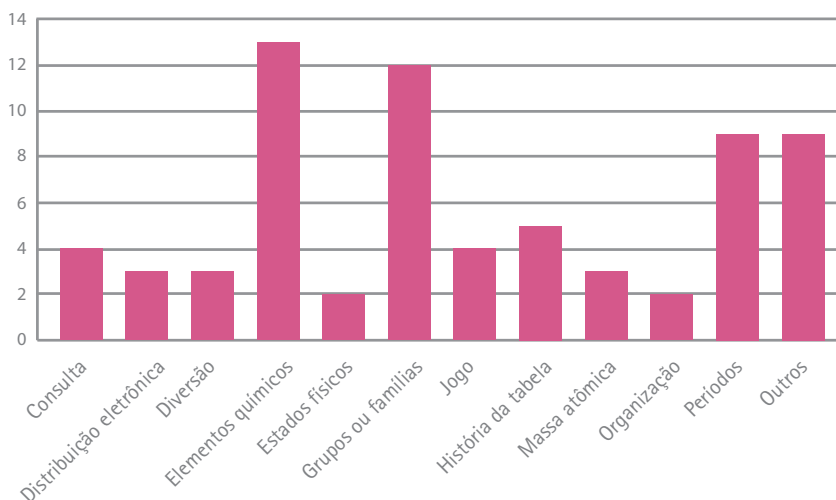


FIGURA 7:
Expressões/palavras atribuídas
a Tabela Periódica

Elementos químicos continuaram a ser os mais evocados, embora em menor quantidade do que no pré-teste. A categoria *grupos e famílias* teve um leve aumento de evocações que saltou de 6 para 9. Dessa forma fica evidenciado um aumento da compreensão, indicando que houve melhor entendimento acerca desse aspecto da organização da Tabela Periódica. Um fato importante que chamou a atenção foi que a quantidade de evocações total foi de 69, 26 a menos que no pré-teste, o que se pode concluir que os alunos usaram menos palavras ou expressões, porém de maneira mais qualitativa. A evocação de grupos de elementos diminuiu, tendo metais, não-metais e gases nobres, cada um apenas uma evocação. A palavra consulta teve mais evocações e diminuição de evocações sobre distribuição eletrônica, o que indica melhor compreensão em relação à primeira, ou seja, à tabela periódica que, em outros tempos era ferramenta para ser decorada e tem sua utilização hoje mais voltada à consulta, por exemplo, para saber o número atômico dos elementos químicos para fazer a distribuição eletrônica.

Era esperado que após a realização da atividade lúdica, a palavra jogo fosse mencionada algumas vezes, isso ocorreu em 4 oportunidades. Aliado a isso, a palavra diversão foi mencionada 3 vezes. Num universo de 34 alunos, era esperado que ocorresse mais vezes em virtude da animação demonstrada no momento da

atividade lúdica. A história da tabela periódica foi mencionada 5 vezes, um claro efeito da aula expositiva que enfatizou, dentre outras coisas, o desenvolvimento ao longo do tempo da tabela e o trabalho que cientistas tiveram para tornar a tabela o que é hoje. A palavra organização foi mencionada 2 vezes e vai ao encontro à história da tabela periódica, como enfatizado na aula expositiva. Em relação a outros, apesar de estarem nesse grupo apenas palavras ou expressões evocadas uma vez, pode-se destacar a palavra aprendido e a expressão elementos artificiais.

6. Algumas considerações

O uso de metodologias alternativas de ensino e aprendizagem demanda maior tempo para o preparo e aplicação em projetos, uma vez que o próprio processo de aprendizagem é lento e assíncrono (cada ser humano tem o seu tempo para aprender). Nesse trabalho não tivemos a intenção de encontrar resultados imediatos de aprendizagem, porém não poderíamos deixar de destacar que o uso de metodologias alternativas para a educação em química pode facilitar a compreensão de dados como os expostos na tabela periódica.

Os resultados aqui apontados podem contribuir para que o professor de Química reflita sobre meios que favoreçam a ressignificação do que vem a ser educação em química pelos seus alunos, pois o emprego de novas (não tão novas assim!) metodologias podem produzir meios para a compreensão e tratamento da informação apresentada em gráficos e tabelas, neste caso, a Tabela Periódica.

7. Referências

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, Lda, 2002.

FREIRE, P. *Pedagogia do Oprimido*. São Paulo: Ed. Paz e Terra, 1974.

PLATÃO. *Diálogos: O Banquete, Fédon, Sofista, Político*. Traduções: José Cavalcante de Souza, Jorge Paleikat e João Cruz Costa. São Paulo: Abril Cultural, 1972.

SANTANA, E.M. *O uso do jogo autódromo alquímico como mediador da aprendizagem no ensino de Química*. 2012. 172 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Educação. Instituto de Química, Instituto de Física e Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo, São Paulo.

SOARES, M.H.F.B. *O lúdico em Química: Jogos e atividades aplicados ao ensino de Química*. 2004. 218 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Departamento de Química, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo.

SOUZA, A.B.; MARTINS, J.A.; RAMOS, R.C.; GARCIA, R.G.; CORREA, F.J. (*Jogando, aprendendo e ensinando*). *Dominó Químico*. <http://jogandoaprendendoensinando.blogspot.com.br/2011/11/dominio-quimico.html>. Acesso em março de 2013.

VIGOTSKI, L.S. *A formação social da mente. In: Interação entre aprendizado e desenvolvimento*. 7ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

ANEXOS

ANEXO I. Pré e pós-teste aplicado aos alunos.

Nome:

Série: 1ª ___ Idade: ___ Sexo: M() F()

Escreva o que você pensa a respeito da tabela periódica.



solubilidade

SUCO EM PÓ

4

temperatura

adsorção

evaporação

ebulição

SOLUBILIDADE E OS PROCESSOS DE ADSORÇÃO E EVAPORAÇÃO: UMA PROPOSTA DE ABORDAGEM CONTEXTUAL NO ENSINO MÉDIO

Andreia Brum Vieira
Ariosto Raposo De Medeiros
Denize Da Silva Vidal
Lenilcéa De Oliveira Gomes
Tatiane Rodrigues Morais
Elias Meira Da Silva

Resumo

Este trabalho apresenta análises realizadas por meio de questionários de sondagens, atividades experimentais, textos de apoio e discussão com grupos de alunos em sala de aula sobre suas concepções acerca do conceito químico de solubilidade dos materiais e dos processos físicos relacionados aos fenômenos de adsorção e evaporação. Foi desenvolvido com quinze alunos da 2ª série do Ensino Médio, de uma escola estadual de ensino fundamental e médio, localizada no Município de Marataízes - ES. Os resultados demonstraram que os alunos apresentaram inicialmente pouco conhecimento teórico sobre os conceitos apresentados, porém, verificou-se que após a realização das ações propostas nesse trabalho foi observada uma mudança na concepção dos alunos em relação aos conceitos de solubilidade, adsorção e evaporação.

Palavras - chave: evaporação, solubilidade, adsorção.

Abstract

This paper presents analyzes from questionnaires through surveys, experimental activities, handouts and discussions with groups of students in the classroom about their views on the concept of chemical solubility of the materials and processes related to the phenomena of adsorption and evaporation. This study was conducted with fifteen students enrolled in the 2nd Series of High School, State School forelementary and high school “José Domingos Martins”, located in the Municipality of Marataízes - ES. The experimental activities were conducted through a methodological approach appropriate and in context. The results showed that students initially had some difficulty in understanding the content of chemistry and little theoretical knowledge about the concepts presented in this work, however, it was found that after conducting experimental activities and other actions proposed in this work was observed a change the design of the students with the concepts presented related to solubility, absorption and evaporation.

Keywords: evaporation, solubility, adsorption.

1. Introdução

No ensino de Química, as atividades experimentais permitem contribuir com a compreensão de conceitos químicos, dando significado à teoria e proporcionando melhor aprendizagem aos alunos, desde que o professor desenvolva de maneira adequada a sua prática pedagógica. A realização de atividades experimentais possibilita uma melhoria no manuseio de materiais específicos e comuns utilizados no laboratório de química, contribuindo dessa maneira para o aprimoramento do senso de observação dos alunos, relativo às transformações químicas dos materiais, e a sua distinção dos fenômenos físicos entre outros.

Segundo Amaral (1996), “é preciso reformular o ensino de química nas escolas, visto que as atividades experimentais são capazes de proporcionar um melhor conhecimento ao aluno”. Nesse sentido, os experimentos se fazem importantes, pois durante a sua realização, muitas vezes, os conteúdos abordados tornam-se vivos e significativos, contribuindo para uma efetiva aprendizagem dos alunos.

Conforme relatado acima, por Amaral (1996), e considerando a realidade atual do ensino de química vivenciada por nós em nosso município, pela falta de um laboratório de química na escola onde o nosso trabalho foi realizado, é preciso criar mecanismos favoráveis nas escolas para que todos os atores que estão diretamente envolvidos no ensino da química possam realizar atividades experimentais, de forma adequada, nas escolas da rede pública de ensino em que é ofertado o Ensino Médio.

Diante disso, o presente trabalho teve como um dos objetivos avaliar o nível de aprendizagem dos alunos, matriculados no 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública, em relação às suas concepções sobre os conteúdos: I) solubilidade e II) processos de adsorção e evaporação.

Segundo (MIMURA *et al.*, 2010) “a adsorção, consiste na retenção de substâncias líquidas, gasosas ou dissolvidas na sua superfície do material. O fenômeno difere da absorção, pois ocorre somente na superfície do material.” O fenômeno da adsorção sobre o carvão pode ocorrer por dois tipos de interação: a adsorção física e adsorção química.

O carvão é um material formado por cadeias de carbono em cujas extremidades podem existir vários elementos, sendo mais comuns o oxigênio e o hidrogênio, constituindo grupos funcionais carbonila, carboxila, hidroxila e enóis. Existem vários tipos de carvão, sendo as principais diferenças decorrentes da forma de obtenção, da porosidade e da área superficial. Os mais comuns são o carvão mineral, o vegetal e o ativado (MIMURA *et al.*, 2010).

Segundo o conceito químico de solubilidade de um soluto: “é a massa de certo soluto que pode ser dissolvida numa certa quantidade de solvente a uma determinada temperatura”. Geralmente, a solubilidade pode ser expressa em gramas de soluto por 100 ml (100 cm³) ou ainda, por 100 g de solvente a uma dada temperatura (UCKO, 1992).

A interação entre um soluto e um solvente determina quanto soluto pode se dissolver. Assim, num solvente particular como a água, a natureza do soluto é um fator chave para determinar a solubilidade. Os solutos cujas moléculas são mais fortemente atraídas pelas moléculas de água tendem a se dissolver mais facilmente neste solvente (UCKO, 1992).

Em relação ao processo físico denominado de evaporação, de acordo com (MELO, 2009):

ocorre quando moléculas com alta energia cinética superam as forças atrativas no líquido e escapam através da superfície para o estado gasoso. Quanto maior a área superficial, maior o número de moléculas velozes próximas à superfície e quanto maior as atrações intermoleculares, menor a taxa de evaporação (MELO 2009).

Após a realização de atividades experimentais, que foram executadas com os alunos sob a nossa orientação, foi possível avaliar as mudanças de suas concepções, em relação ao conceito químico de solubilidade, a eles apresentadas inicialmente e às diferenças conceituais envolvidas nos processos de adsorção e evaporação. A execução de uma metodologia de abordagem adequada, que foi utilizada por nós durante o processo de ensino – aprendizagem junto a esses alunos, permitiu estabelecer as devidas correlações entre os pontos de fusão e ebulição das substâncias, enfatizando que as forças químicas, presentes nos sistemas estudados, são as responsáveis por diversos fenômenos químicos e físicos observados na natureza pelo homem. Com isso, foi permitida ao aluno a construção própria do seu conhecimento a partir da interação “teórico – prático” envolvendo os temas abordados nesse trabalho.

2. Considerações gerais sobre a abordagem do conceito de solubilidade e dos processos de evaporação e adsorção no Ensino Médio

Sabemos que “solubilidade” diz respeito à dissolução de uma substância em outra. De acordo com a definição de Brady (2002), solução é “uma mistura homogênea na qual todas as partículas são muito pequenas, tipicamente da ordem de átomos, íons e moléculas variando entre 0,05 e 0,25 nm”.

Nesse contexto, a compreensão do conceito de solubilidade pelos alunos torna-se importante, pois esse é necessário para o

entendimento de outros conceitos químicos relacionados às forças químicas.

Considerando a solubilidade de um sólido em um determinado solvente líquido o mecanismo de dissolução do sólido acontece segundo Russel (1994):

quando o soluto sólido é adicionado ao solvente líquido. Imediatamente após a adição o estado sólido da estrutura começa a desintegra-se e, pouco a pouco as moléculas do solvente atacam a superfície do retículo cristalino, removendo partículas do soluto, rodeando-as e, finalmente dispersando-as (RUSSEL, 1994).

Ainda segundo Russel (1994), “Retornando-nos a uma generalização antiga, mas válida, *semelhante dissolve semelhante*, significando que um solvente dissolverá um soluto se tiverem propriedades semelhantes”. Quando conceituamos solubilidade temos que nos lembrar do fator polaridade do soluto e do solvente que também estão associados à solubilidade de um sólido a um determinado solvente líquido.

Além de o fator polaridade estar envolvido na solubilidade de um soluto, podem fazer parte desse processo, diversas forças químicas existentes no processo de interação: I) soluto – soluto; II) solvente – solvente e III) soluto – solvente, presentes antes e depois de ter ocorrido o processo de dissolução. De acordo com Atkins (2006) e Russel (1994), quando uma substância se dissolve em outra, o resultado é uma solução. Existem diversas forças químicas que podem estar envolvidas no processo de dissolução de um sólido em um determinado solvente líquido para formar uma solução. Essas forças químicas são conhecidas como forças de Van Der Waals.

Ainda podemos destacar os fatores externos como pressão e temperatura que também podem afetar o processo da dissolução de um sólido em um determinado solvente líquido.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, em relação aos conhecimentos de Química (MEC, 2000), os conteúdos abordados na disciplina Química no Ensino Médio deverão estar relacionados ao cotidiano do aluno, ou seja, contextualizados, pois assim o ensino será mais eficiente e a aprendizagem processar-se-á de forma mais significativa.

Neste contexto, entre um dos conteúdos estudados pelos alunos no Ensino Fundamental é a Evaporação. Segundo Brady (2002), o

processo físico de evaporação pode ser considerado um dos fenômenos mais importantes que ocorrem na natureza que estão relacionados às propriedades físicas dos líquidos e sólidos.

Conforme RUSSEL (1994):

Quando um líquido evapora, as moléculas na superfície são forçadas a sair e deixar o líquido se o movimento adquirido por estas for suficiente para contrapor-se à atração exercida pelas moléculas vizinhas. Num dado instante, uma certa fração de moléculas na superfície adquire a mínima energia cinética necessária para vencer as forças intermoleculares, escapando do líquido. A evaporação consiste na perda destas moléculas se movimentando mais rapidamente (RUSSEL, 1994).

No contexto do nosso trabalho é importante enfatizar a diferença dos processos em que ocorrem a evaporação e a ebulição de um líquido. Segundo RUSSEL (1994):

se um líquido for aquecido a uma temperatura suficientemente elevada, a tendência ao escape de suas moléculas torna-se tão grande que ocorre a ebulição. A ebulição consiste na formação de bolhas de vapor (gás) no corpo do líquido (RUSSEL, 1994).

Outro conteúdo que foi abordado neste trabalho foi o processo de adsorção que segundo Mimura *et. al.* (2010), consiste em um processo de retenção de substâncias líquidas e gasosas ou dissolvidas na superfície de alguns compostos como o carvão. O processo de adsorção envolve dois tipos de interação: adsorção física (fisisorção) e adsorção química (quimissorção):

atribuída à natureza e intensidade das interações que ocorrem entre o material que adsorve (adsorvente) e o material que é adsorvido (adsorvato). Na fisisorção, a interação ocorre por forças intermoleculares do tipo van der waals (interação de dispersão ou dipolo induzido, também chamada de forças de london, e interação dipolo-dipolo, por exemplo). Na quimissorção, a união ocorre por meio de ligações químicas (normalmente covalentes), que tendem a um número de ordenação máximo com o substrato (Mimura *et. al.*, 2010).

O fenômeno de adsorção é muito importante nos processos industriais de separação de substâncias contidas em uma solução. O carvão vegetal em pedaços, devido à sua alta porosidade, é um exemplo muito utilizado pelos professores para ilustrar o fenômeno de adsorção aos seus alunos, utilizando para isso, uma solução aquosa de azul de metileno.

Na atividade prática “Adsorção de Corantes” realizada neste trabalho foi utilizado refresco em pó (corantes) para demonstrar o processo de adsorção sob o carvão. No experimento realizado por Mimura *et. al.*, (2010) também se utilizou o refresco em pó para demonstrar o processo:

o experimento envolvendo o refresco ocorre adsorção de compostos orgânicos dissolvidos (os corantes), enquanto que no interior da geladeira ocorre adsorção de gases ou substâncias que conferem cheiro (flavorizantes ou aromatizantes) (MIMURA *et. al.*, 2010).

3. Metodologia

Esse trabalho foi realizado com 15 alunos do 2º ano do Ensino Médio da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio “Domingos José Martins”, localizada no município de Marataízes/ES. Inicialmente foram obtidas, informações por meio de um questionário de sondagem, em relação ao perfil desses alunos, tais como:

- idade e sexo dos alunos;
- presença de alunos repetentes.

Foram utilizadas 4 (quatro) aulas de 55 (cinquenta e cinco) minutos, que foram divididas em quatro etapas, a saber:

- a primeira etapa consistiu em cada aluno responder de forma individual a um questionário de sondagem composto de 10 (dez) perguntas, denominado de pré-teste (Anexo 1);
- a segunda etapa foi a execução de duas atividades experimentais denominadas de: I) adsorção de corantes e II) evaporação. Os alunos foram divididos em grupos compostos por cinco elementos, em seguida, foram utilizados os roteiros (Anexo 2) que contêm uma descrição das atividades experimentais realizadas na sala de aula da escola;

- a terceira etapa consistiu na leitura de dois textos de apoio: “Evaporação” e “Adsorção de corantes” (Anexo 3);
- a quarta etapa foi a aplicação do questionário denominado de pós-teste, contendo as mesmas perguntas solicitadas no pré-teste (Anexo 1).

4. Resultados e discussões

4.1. Análise do perfil dos alunos participantes

Os gráficos apresentados nas Figuras de 01 a 03 informam dados relacionados ao perfil dos alunos: a faixa etária, o sexo, e o índice de repetência.

Faixa etária

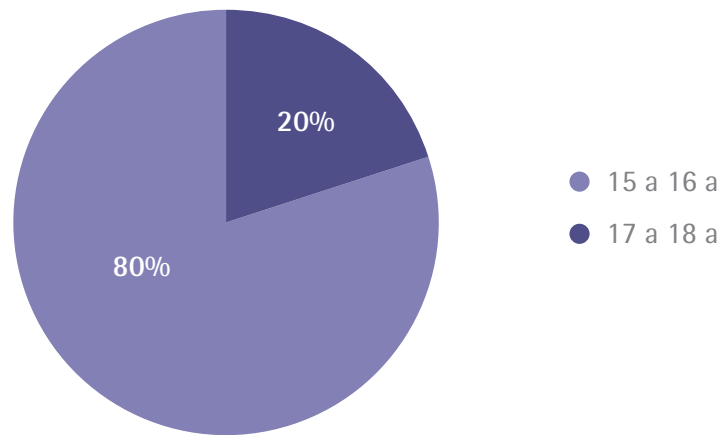


FIGURA 01:
Faixa Etária dos
alunos participantes.

Podemos observar a partir do gráfico apresentado na Figura 01, que dos 15 alunos participantes deste trabalho, 3 (três), correspondendo a 20% deles, têm idades entre 15 a 16 anos e 12 (doze), correspondendo a 80% deles, têm idades entre 17 a 18.

Sexo

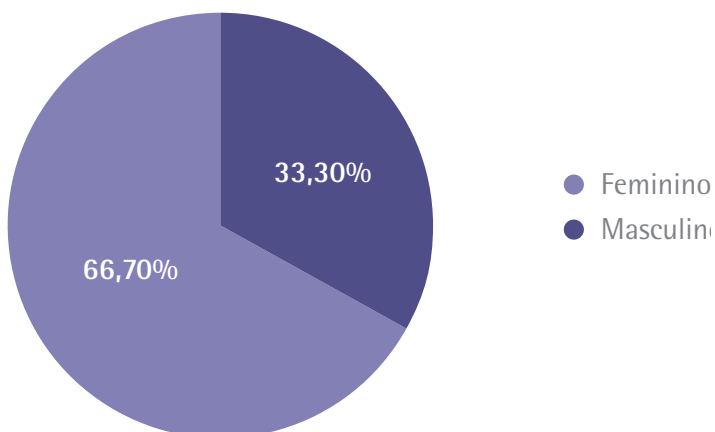


FIGURA 02:
Quantidade de alunos envolvidos de acordo com o sexo.

No gráfico apresentado na Figura 02, podemos observar que dos 15 alunos participantes 30%, são do sexo masculino e 70% desses alunos são do sexo feminino.

Índice de Repetência

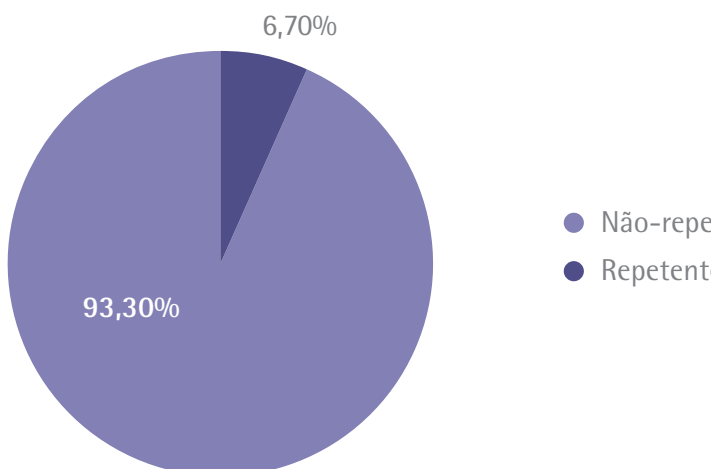


FIGURA 03:
Índice de repetência dos alunos participantes deste trabalho que estão matriculados no 2º ano do Ensino Médio.

O gráfico apresentado na Figura 03 informa que o índice de repetência dos alunos envolvidos nesse trabalho é muito baixo, apenas 1 (um) deles, correspondendo a 7%, está repetindo o 2º ano do Ensino Médio e os demais alunos, cerca de 93% deles, estão fazendo pela primeira vez essa série. Consideramos os dados referentes a esse quesito como sendo muito bom, uma vez que, nos permitiu dar um alto grau de confiabilidade em nossas análises em relação às respostas dadas pela maioria dos alunos nos questionários do pré e do pós-teste.

4.2. Análise do pré-teste e pós-teste respondidos pelos alunos participantes

Os questionários do pré-teste e do pós-teste apresentaram perguntas que permitiram avaliar a concepção, inicial e final dos alunos, após a realização desse trabalho, em relação à sua compreensão acerca de solubilidade, adsorção e evaporação.

Iniciando a sequência das análises feitas das 10 (dez) perguntas dos questionários de pré e de pós – teste apresentaremos abaixo a primeira delas:

“Explique o que significa adsorção, solubilidade e evaporação”

A Tabela 01 apresenta as respostas dadas pelos alunos a essa pergunta que foram avaliadas nos questionários.

TABELA 01. Correlação entre as respostas dadas no questionário do pré-teste e as respostas dadas no questionário do pós-teste.

	RESPOSTAS COLETADAS POR MEIO DO QUESTIONÁRIO DO PRÉ – TESTE	RESPOSTAS COLETADAS POR MEIO DO QUESTIONÁRIO DO PÓS – TESTE
Aluno x	Evaporação quando o calor ou o Sol bate em um lugar úmido ou que tem água, com isso a água se evapora.	Adsorção: forma física ou química de diminuir os cheiros das substâncias. Solubilidade: quantidade máxima que pode ser dissolvido em um líquido. Evaporação: quando uma substância passa da forma líquida para gasosa.
Aluno y	Não sei.	A solubilidade não evapora, e a evaporação se transforma em gás.
Aluno z	Evaporação é o estado de transição entre o estado líquido para o gasoso.	Adsorção: consiste na retenção de substâncias líquidas e gasosas. Solubilidade: é a quantidade máxima que uma substância pode dissolver-se em um líquido. Evaporação: é uma maneira que pode ser lenta ou rápida, em qualquer temperatura, das coisas sumirem.
Aluno r	Não sei.	Adsorção: é uma propriedade física ou química que consiste na retenção de substância que fica retida na superfície do adsorvente. Solubilidade: é a quantidade máxima que uma substância pode dissolver-se num líquido. Evaporação: ocorre de maneira lenta, a qualquer temperatura.

	RESPOSTAS COLETADAS POR MEIO DO QUESTIONÁRIO DO PRÉ – TESTE	RESPOSTAS COLETADAS POR MEIO DO QUESTIONÁRIO DO PÓS – TESTE
Aluno s	Não sei.	Adsorção: é uma propriedade física ou química que consiste na retenção de substância líquida, gasosa que ficam retidas na superfície do adsorvente (carvão), diminuindo odores. Solubilidade: é a quantidade máxima que uma substância pode dissolver-se num líquido. Evaporação: ocorre de maneira lenta, não tem certa determinação de temperatura. Por isso acontece e não permanece constante.

Analisando a Tabela 01 observamos que os alunos não possuíam ou não demonstraram conhecimento prévio sobre os assuntos abordados nas atividades experimentais, mesmo em se tratando de alunos do 2º ano do Ensino Médio, principalmente, sobre os conteúdos solubilidade e adsorção, pois não os mencionaram em suas respostas no questionário do pré-teste.

Observando as respostas do pré-teste dos alunos *x* e *z*, é possível notar que, somente eles, responderam o que é evaporação, não citando nada sobre os dois outros assuntos. Já os alunos *y*, *r* e *s* não souberam responder a essa pergunta de forma correta.

Percebemos por meio das respostas do pós-teste, que os participantes conseguiram responder com mais domínio os assuntos abordados, pois conforme respostas dos alunos *x*, *z*, *r* e *s*, pôde-se observar que responderam sobre todos os assuntos, com respostas aceitáveis.

Um fator que sustenta e sugere que houve “memorização”, por parte dos alunos, em relação ao quesito avaliado é, que a grande maioria das respostas analisadas no questionário do pós-teste, cerca de 80% foram iguais. Esse fato permitiu dar sustentabilidade em relação a nossa análise tendo como referencial o número total dos questionários respondidos pelos alunos.

Para agregar informações que complementam as respostas dadas pelos alunos nesse trabalho, conferindo maior confiabilidade em nossa conclusão, analisamos mais uma pergunta envolvida nos questionários pré e pós-teste:

“O que acontece quando colocamos carvão vegetal ou ativado na geladeira? Por quê?”.

TABELA 02. Correlação entre as respostas dadas no questionário do pré-teste e as respostas dadas no questionário do pós-teste.

	RESPOSTAS COLETADAS POR MEIO DO QUESTIONÁRIO DO PRÉ – TESTE	RESPOSTAS COLETADAS POR MEIO DO QUESTIONÁRIO DO PÓS – TESTE
Aluno x	O carvão fica gelado e não pode ser mais utilizado em seu uso.	Ele fica com odores, porque ele tem um poder de adsorção maior que os outros carvões.
Aluno y	Não sei.	Acontece que ele vai absorver a umidade, pois ele passou pelo um processo químico.
Aluno z	Ele resfria.	Carvão vegetal: serve para tirar odores do interior da geladeira, devido ao seu poder maior de adsorção. Carvão ativado: para clarear algum produto, remover contaminantes.
Aluno r	Não sei.	Absorve mau cheiro, quando se tem algo estragado.
Aluno s	Endurece, pois só é feito para queimar.	Serve para tirar odores, fumaça e cheiro de tinta.

Referente ao questionário pré-teste podemos verificar por meio da Tabela 02 que os participantes *x*, *z*, e *s*, não deram uma resposta correta de acordo com a função exata do uso do carvão na geladeira. Já os alunos *y* e *r* responderam: “não sei”. Isso demonstra que eles não conseguiram definir exatamente em que se aplicam os tipos de carvão, relacionando-os somente ao churrasco.

Por meio das respostas do pós-teste podemos evidenciar que os alunos *x*, *y*, *z*, *r* e *s* conseguiram apresentar de modo coerente a função do carvão na geladeira, compreendendo o processo de adsorção envolvido nesse material.

Para uma melhor complementação das respostas dadas ao presente trabalho, analisamos mais uma pergunta envolvida nos questionários de pré e de pós-teste:

“Em que se pode utilizar o carvão?”

O percentual referente à resposta do questionário de pré-teste foi de 100%, ou seja, unânimes, em seu uso para o churrasco, não respondendo sobre outras aplicações e utilizações para o produto. Essas respostas corroboram com as respostas dadas sobre a pergunta anterior, em que os alunos demonstraram não saberem outras utilizações para o uso do carvão, e conseqüentemente sobre o processo de adsorção, que segundo Mimura (2010), “devido à sua composição química e área superficial, o carvão apresenta uma propriedade importante chama-da adsorção, que consiste na retenção de substâncias líquidas, gasosas ou dissolvidas em sua superfície”.

Depois da realização das quatro etapas, os alunos responderam no questionário do pós-teste, sobre outras aplicações do carvão.

Em relação à próxima pergunta, contida nos questionários pré-teste e pós-teste:

“Você sabe como pode ser produzido o carvão ativado?”

O gráfico da Figura 04 apresenta a quantidade de respostas que podem ser observadas por comparação antes do questionário do pré-teste e após a realização das atividades experimentais, no questionário pós-teste.

A análise do gráfico apresentado na Figura 04 revela que depois da realização das quatro etapas pelos alunos, 55% das respostas dadas no questionário pós-teste foram respondidas adequadamente a essa mesma pergunta feita inicialmente no questionário do pré-teste. Já o restante, ou seja, 45% dos alunos continuaram não sabendo ou dando respostas distorcidas em relação à pergunta solicitada nesses questionários.

Na sequência, foi analisada a pergunta abaixo, feita nos questionários do pré-teste e do pós-teste que foram respondidas pelos alunos:

“Para você existe diferença entre os tipos de carvão, em relação ao processo de adsorção? Qual?”

FIGURA 04:
Correlação das respostas dadas pelos alunos nos questionários de pré e de pós-teste.

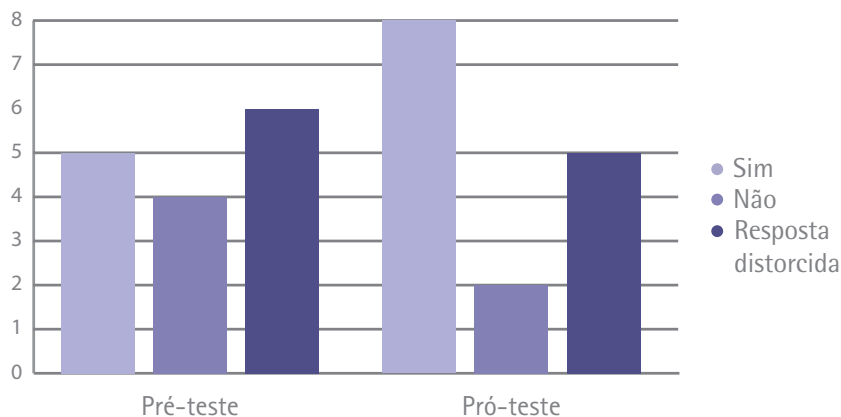
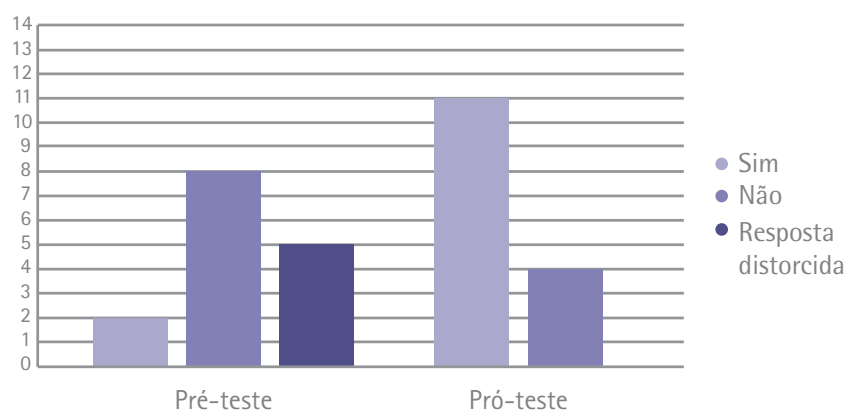


FIGURA 05:
Correlação de respostas dadas pelos alunos antes e depois da realização das atividades experimentais.



Podemos observar no gráfico apresentado na Figura 05, que após a realização das atividades experimentais, o percentual de alunos que demonstraram saber a diferença entre os tipos de carvão aumentou de forma significativa (de 13% para 87%).

Seguem abaixo algumas respostas dadas pelos alunos no questionário de pós-teste, em relação à pergunta feita acima.

- Aluno A: “O carvão ativado tem maior poder de adsorção”.
- Aluno B: “Sim. O carvão ativado adsorve mais do que o carvão vegetal”.
- Aluno C: “Sim, o que passa por mudanças adsorve mais rápido, no caso o carvão ativado”.
- Aluno D: “O ativado adsorve 100 vezes mais que o carvão vegetal”.
- Aluno E: “Sim. Porque o carvão ativado tem todo um processo químico e tem melhor adsorção, e o carvão vegetal só queimado para adsorver alguma coisa”.

Analisando as respostas acima dadas pelos alunos A, B, C, D e E verificamos que eles compreenderam significativamente a diferença entre os dois tipos de carvão.

Dando sequência, vamos analisar a pergunta feita aos alunos:

“Para você, o que é evaporação?”

A tabela 03 apresenta os seguintes resultados:

TABELA 03. Correlação entre as respostas dadas no questionário do pré-teste e as respostas dadas no questionário do pós-teste.

	RESPOSTAS COLETADAS POR MEIODO QUESTIONÁRIO DO PRÉ – TESTE	RESPOSTAS COLETADAS POR MEIO DO QUESTIONÁRIO DO PÓS – TESTE
Aluno x	Quando a água se transforma em um gás ou uma fumaça.	Processo em que uma substância passa do estado líquido para o gasoso.
Aluno y	Para mim, é quando a água atinge um calor muito alto e vira gás.	É quando um líquido se transforma em gás.
Aluno z	É o processo na qual a água passa para o estado gasoso.	É uma maneira que pode ser lenta ou rápida em qualquer temperatura, das coisas sumirem.
Aluno r	Quando a água é esquentada, aí ela evapora.	Quando certo líquido passa para o gasoso.
Aluno s	É quando o calor ferve a água aí ocorre à evaporação.	É um processo lento a qualquer temperatura, não tendo uma certa temperatura determinada.

Por meio das respostas apresentadas da Tabela 03, observamos que os alunos *x*, *y*, *z*, *r* e *s* possuem certo conhecimento sobre o assunto evaporação. Comparando-se as respostas do pré-teste com as do pós-teste, foi observado que houve um enriquecimento no vocabulário químico desses alunos, uma vez que passaram a formular respostas mais coerentes e elaboradas além de terem respondido de maneira aceitável sobre a pergunta feita no questionário do pré e do pós-teste.

Vamos analisar mais uma pergunta respondida pelos alunos nos questionários pré e pós-teste:

“Qual líquido ou substância você acha que evapora mais rápido: água, glicerina, álcool ou acetona? Por quê?”

(A) Evaporação das substâncias

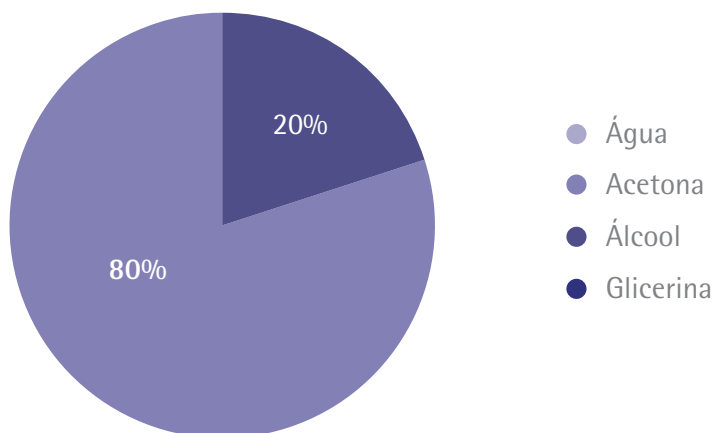


FIGURA 06 (A): Respostas dadas pelos alunos no questionário do pré-teste.

(B) Evaporação das substâncias

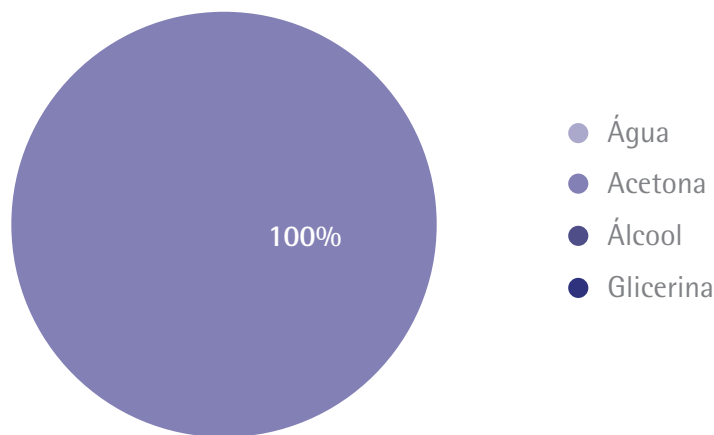


FIGURA 06 (B): Respostas dadas pelos alunos no questionário do pós-teste.

Foi observado a partir dos dados apresentados na Figura 06-A em relação às respostas dadas pelos alunos nos respectivos questionários: 80% desses responderam e justificaram de maneira adequada que a acetona era a substância que se evaporava mais rapidamente e 20% deles responderam que era o álcool, justificando de maneira distorcida ou errada as suas respostas. Em relação às respostas dadas no questionário do pós-teste 100% responderam que seria a acetona a substância mais volátil. Foi observado ainda em relação a justificativa dadas por eles, que 67% dos alunos responderam que “*era devido a sua polaridade ser menor*” incluindo também como justificativa a volatilidade apresentada por essa substância como responsável por esse processo.

Na sequência de perguntas, analisamos mais uma pergunta respondida pelos alunos:

“Você sabe a diferença entre evaporação e ebulição?”

(A)

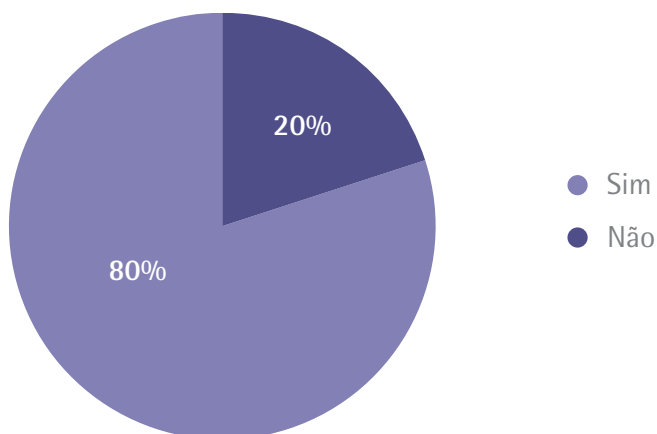


FIGURA 07-A:
Respostas dadas pelos alunos
no questionário do pré-teste.

(B)

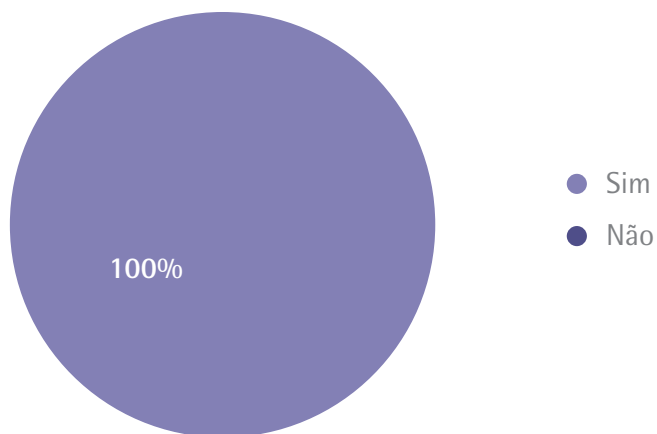


FIGURA 07-B:
Respostas dadas pelos alunos
no questionário do pós-teste.

O gráfico da Figura 07-A informa que a maioria, 80%, dos alunos sabem a diferença entre o processo de evaporação e ebulição e 20% deles não conseguiram identificar essa diferença. O gráfico da Figura 07-B revela que 100% dos alunos responderam “sim”. Ainda em relação a essa pergunta observamos que o percentual de alunos que responderam, tanto no questionário do pré quanto no questionário do pós-Teste é alto, isso pode ser atribuído ao fato de os alunos já terem um conhecimento prévio sobre o assunto, adquiridos nas aulas de Ciências Naturais ministradas no Ensino Fundamental.

Continuando com as perguntas contidas nos questionários pré-teste e pós-teste, segue a análise da pergunta: **Quais fatores você acha que influenciariam na evaporação?**

A análise dos dados apresentados na Tabela 04 revela que os alunos: *x*, *y*, *z*, *r* e *s* sempre destacam em suas respostas os fatores “calor e temperatura”, não citando os demais fatores: superfície exposta e pressão atmosférica que também interferem no processo de evaporação. Depois da realização das atividades experimentais, o aluno respondeu de forma mais completa a pergunta sugerida.

Finalizando a sequência de perguntas do presente trabalho, segue a análise da última questão:

“Você acha que a glicerina consegue evaporar?”

O Gráfico apresentado na Figura 08 representa o percentual de respostas dadas pelos alunos, nos questionários do pré e do pós-teste.

“Quais fatores você acha que influenciam na evaporação?”

TABELA 04. Correlação entre as respostas dadas no Questionário do Pré-Teste e as respostas dadas no Questionário do Pós-Teste.

	RESPOSTAS COLETADAS POR MEIO DO QUESTIONÁRIO DO PRÉ – TESTE	RESPOSTAS COLETADAS POR MEIO DO QUESTIONÁRIO DO PÓS – TESTE
Aluno x	O calor.	O calor.
Aluno y	A alta temperatura.	O calor e a solubilidade do elemento.
Aluno z	Temperatura elevada.	A temperatura.
Aluno r	Não sei.	Temperatura.
Aluno s	Calor e temperaturas elevadas.	Temperatura, umidade, superfície exposta.

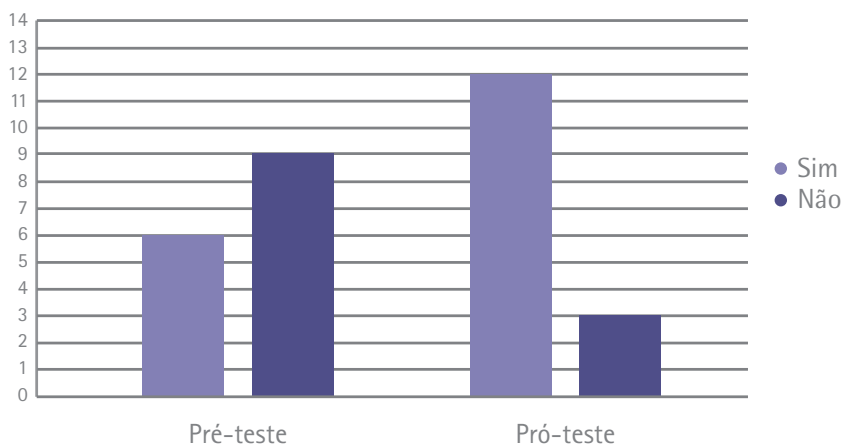


FIGURA 08:
Correlação de respostas dadas pelos alunos, antes e depois da realização das atividades experimentais.

A análise do gráfico apresentado na Figura 08 informa que, depois das atividades experimentais realizadas pelos alunos, 80% das respostas dadas por eles no questionário pós-teste, foram respondidas de forma correta quando comparada às respostas dadas por eles a essa mesma pergunta feita, inicialmente, no questionário do pré-teste. O percentual de resposta “sim” aumentou devido à compreensão por parte dos alunos, que mesmo a glicerina sendo uma substância que apresenta uma maior densidade em relação às demais, possui volatilidade, podendo assim evaporar.

5. Conclusão

A partir das análises dos questionários realizadas nesse trabalho podemos concluir que: I) a dificuldade dos alunos é muito grande em compreender os conteúdos da disciplina Química, quando não se correlacionam a teoria e a prática. Porém, sabemos que essa dificuldade poderá ser minimizada por meio da execução de atividades experimentais, desde que essas sejam realizadas, na medida do possível, de forma contextualizada pelo professor, quando o cotidiano do aluno poderá ser utilizado como uma forma motivadora do processo de ensino – aprendizagem deles; II) foi observado também que as atividades experimentais contribuíram favoravelmente para a compreensão dos conteúdos: solubilidade, evaporação e adsorção; III) em relação às concepções iniciais dos alunos sobre os conteúdos abordados nesse trabalho, foi observado que os alunos possuíam pouco conhecimento teórico e ou distorcido em relação ao conceito químico relativo à solubilidade e a diferenciação entre

os fenômenos de adsorção e evaporação que foram abordados porém, após a realização das ações propostas nesse trabalho, observamos que ocorreu uma mudança nas concepções desses alunos em relação às respostas dadas inicialmente por eles nos questionários do Pré-Teste.IV) Em relação às atividades experimentais podemos informar ainda, que as mesmas poderão ser realizadas em sala de aula pelos alunos, desde que o professor, faça com antecedência, um planejamento adequado dos experimentos sugeridos no anexo desse trabalho.

6. Referências

AMARAL, L. *Trabalhos práticos de química*. São Paulo, 1996.

ATKINS, Peter W; JONES, Loretta. *Princípios de Química: questionando a vida moderna o meio ambiente*. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BRADY, James E.; RUSSEL, Joel W.; HOLUM, John R. *Química: a material e suas transformações*. 3 ed. v. 1. Rio de Janeiro, LTC, 2002.

BRASIL, *PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAL PARA O ENSINO MÉDIO DE QUÍMICA*. MEC, Pág. 30, 2000.

MELO, Carlos Vital Paixão de. *Química Geral I*. Universidade Federal do Espírito Santo, Núcleo de Educação Aberta à Distância. Vitória, 2009.

MIMURA, Aparecida Maria Simões; SALES, Janilson Ribeiro Castro; PINHEIRO, Paulo César. *Atividades experimentais simples envolvendo adsorção sobre carvão*. Química Nova na Escola, 32(1), 53-56, 2010. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_1/10-EEQ-2209.pdf. Acesso em: 11 de maio de 2013.

RUSSEL, John Blair. *Química Geral*. 2 ed. v. 1. São Paulo: Pearson Makron Books, 1994.

SAVIANI, O. *Pedagogia histórico - crítica: primeiras aproximações*. 7. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2000.

SCHNEIDER, Eduardo Luiz. *Adsorção de compostos fenólicos sobre carvão ativado*. Dissertação em Engenharia Química. Centro de Engenharias e Ciências Exatas – CECE, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Toledo-PR, 2008. Disponível em: http://cac-php.unioeste.br/pos/media/File/eng_quimica/eduardo_luiz_schneider.pdf. Acesso em 30 de maio de 2013.

SILVA, Elias Meira da. *Pesquisa e Prática Pedagógica no Ensino de Laboratório de Química 2*. Universidade Federal do Espírito Santo. Núcleo de Educação Aberta à Distância. Vitória, 2011.

UCKO, David A. *Química Para as Ciências da Saúde – Uma introdução à química geral, inorgânica e biológica*. Tradução de José Roberto Giglio. 2ed. São Paulo: Manole, 1992.

7. Anexos

ANEXO 1. Questionário do Pré-Teste e do Pós-Teste

Idade: _____

Assinalar com um X dentro dos parênteses:

Sexo: () Masculino () Feminino

É a primeira vez que está fazendo o 2º ano?

() sim ou () não

- 1) Explique o que significa adsorção, solubilidade e evaporação.
- 2) O que acontece quando colocamos carvão vegetal ou ativado na geladeira? Por quê?
- 3) Em que se pode utilizar o carvão?
- 4) Você sabe como pode ser produzido o carvão ativado?
- 5) Para você existe diferença entre os tipos de carvão, em relação ao processo de adsorção? Qual?
- 6) Para você, o que é evaporação?
- 7) Qual líquido ou substância você acha que evapora mais rápido: água glicerina, álcool ou acetona? Por quê?
- 8) Você sabe a diferença entre evaporação e ebulição?
- 9) Quais fatores você acha que influenciam na evaporação?
- 10) Você acha que a glicerina consegue evaporar?

ANEXO 2. Roteiro das Atividades Experimentais

ROTEIRO 1: Adsorção de corantes

Materiais

- um frasco para preparar 500 ml de um refresco artificial;
- quatro copos de béquer de 250 ml ou copos comuns;
- duas folhas de papel de filtro ou do tipo usado para coar café;
- dois funis ou suporte de filtro para coar café;
- duas colheres de chá;
- um pacote de refresco em pó (de qualquer tipo, sendo o efeito visual mais nítido com os de morango e uva);
- um almofariz com pistilo (ou pequeno pilão de madeira);
- carvão de churrasco;
- carvão ativado (pode ser obtido em lojas de produtos para aquários ou em casas de materiais de construção);
- luvas.

Procedimentos

- a. Prepare cerca de 500 ml de refresco conforme as instruções no rótulo da embalagem.
- b. Triture aproximadamente duas colheres de cada tipo de carvão até obter uma granulagem semelhante para ambos (use luvas para manipular os dois tipos de carvão, porque sujam as mãos ao simples toque).
- c. Em um dos copos, coloque uma colher de chá cheia do carvão vegetal e, no outro, a mesma medida de carvão ativado.
- d. Adicione o refresco preparado até o volume aproximado de 100 ml, agite e deixe em repouso por cerca de cinco minutos.
- e. Em seguida, filtre as duas soluções simultaneamente para separar o carvão do refresco. Compare agora a coloração das soluções filtradas com a do refresco original.
- f. Anote as observações.

ROTEIRO 2: Evaporação

Materiais

- álcool;
- acetona;
- glicerina ou óleo mineral ;
- bolinhas de algodão;
- água;
- quadro negro ou qualquer superfície plana lisa.

Procedimentos:

- a. Embeber uma das bolinhas de algodão com água e outra com álcool. Não colocar líquido demais, pois os pedaços de algodão não devem ficar encharcados de líquido. Verificar inicialmente se a superfície que você irá utilizar não será afetada pelos líquidos, por exemplo, a acetona poderá retirar a tinta ou estragar o acabamento de alguns plásticos.
- b. Segurando uma das bolinhas de algodão em cada mão trace duas linhas verticais na superfície plana e lisa usando os pedaços de algodão para molhar a superfície. Anotar no quadro abaixo o tempo gasto para que os dois líquidos, quando comparados entre si, desapareçam da superfície lisa mais rapidamente.

SUBSTÂNCIAS	TEMPO GASTO (SEGUNDOS)	OBSERVAÇÃO
Água e acetona		
Água e álcool		
Água e glicerina		
Acetona e glicerina		
Álcool e acetona		
Álcool e glicerina		

ANEXO 3. Textos de Apoio

Texto 1: Evaporação

Se deixarmos um recipiente com água ao ar livre, algumas moléculas podem passar do estado líquido para o gasoso, mas numa inten-

sidade bem menor. Isso acontece porque as moléculas se movimentam e, ao atingirem a superfície do líquido, já com uma velocidade superior à velocidade média, conseguem vencer a barreira e escapar para o meio gasoso. A esse processo chamamos evaporação.

A ebulição é um processo intenso, violento e tumultuoso, em que ocorre formação de bolhas. A evaporação é um processo gradativo, calmo e mais lento. A ebulição se processa em todo líquido enquanto a evaporação é um processo de superfície.

Os principais fatores que influenciam na evaporação são:

1. Superfície exposta – quanto maior for a superfície do líquido em exposição, maior será a velocidade da evaporação. Isso acontece porque um maior número de moléculas passa para o estado gasoso.
2. Temperatura – A elevação da temperatura aumenta a velocidade de evaporação, uma vez que, em temperaturas mais elevadas, as moléculas se movimentam mais intensamente, e assim, um maior número delas passa para o meio gasoso.
3. Pressão atmosférica – quanto maior a pressão externa, maior é a barreira que as moléculas devem enfrentar para passar ao estado gasoso, portanto, menor é a velocidade da evaporação.
4. Natureza do líquido – é o que diz respeito à volatilidade de um líquido, ou seja, a facilidade que esse líquido se evapora. Como exemplo de líquidos bastante voláteis podemos citar o álcool, o éter e a acetona.
5. Movimentação do ar – Quanto maior a movimentação maior a taxa de evaporação.
6. Umidade relativa do ar – quanto maior a umidade do ar, menor é a tendência das moléculas de água, que estão no estado líquido, passar para a fase gasosa.

(fonte: pessoal.educacional.com.br). Texto adaptado.

Texto 2: Adsorção

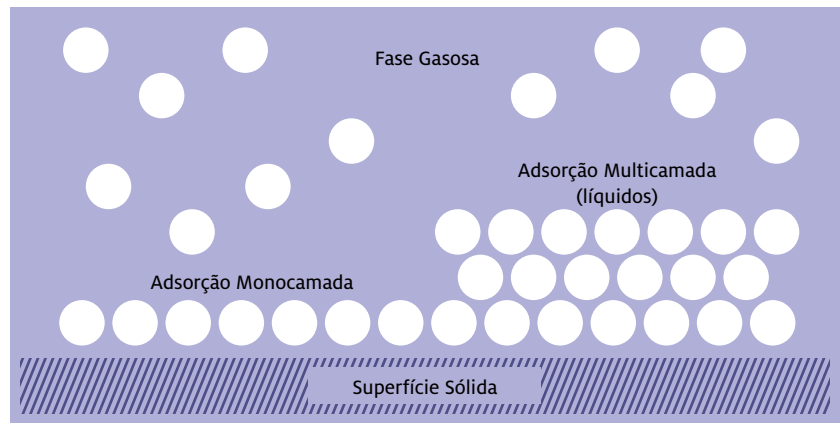
A adsorção é uma propriedade física ou química que consiste na retenção de substâncias líquidas, gasosas, que ficam retidas na superfície do adsorvente (carvão), diminuindo odores.

O carvão é um material basicamente formado de cadeias de carbono e outros elementos como o oxigênio e hidrogênio.

O carvão vegetal é uma substância de cor negra obtida ou produzida por meio da carbonização da madeira ou lenha a uma tem-



peratura média de 500°C. Geralmente é utilizado para cozinhar fazer churrasco, retirar odores do interior das geladeiras, devido o seu poder de adsorção, retendo esses odores ou gases, atraídos pela força de van der Waals (forças de fraca intensidade que se classificam como forças dipolo-dipolo e forças de polarização, envolvendo dipolos induzidos). É a soma de todas as forças atrativas ou repulsivas, que não sejam forças devidas a ligações covalentes entre moléculas, ou forças devido à interação eletrostática de íons.



Já carvão ativado é um material com uma porosidade bastante desenvolvida produzido a partir de carbonização em atmosfera inerte de materiais lignocelulósicos como madeira, casca de coco, bagaço de cana-de-açúcar, palha de milho, casca de arroz, dentre outros, seguindo-se de tratamento térmico e/ou químico a uma temperatura de 800 a 1000°C.

O carvão ativado é uma forma de carbono especificamente tratada para aumentar significativamente as suas propriedades de adsorção. Ele pode ser utilizado para retirar odores fortes como fumaça, cheiro de tinta, envenenamentos de certas substâncias, na purificação de óleos, sucos de frutas e bebidas alcoólicas, para clarear algum produto ou remover contaminantes, na fabricação de medicamentos como antibióticos e anestésicos, além de ser 100 vezes mais eficiente que o carvão vegetal comum devido a seus poros. A porosidade do carvão é resultado dos diferentes tamanhos e formas dos poros, assim como a profundidade desses.

(Fonte: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_1/10-EEQ-2209.pdf). Adaptado do texto: Atividades experimentais simples envolvendo adsorção sobre carvão.



radicais
livres

antioxidantes

ANTIOXIDANTES NATURAIS NO ORGANISMO HUMANO E SUA RELAÇÃO COM OS CONCEITOS TRABALHADOS EM QUÍMICA

Daise dos Santos Pianca

Giliard Carleti

Giselle Mirthes Santos Santiago

Náyra Pinheiro Constâncio

Warley de Souza Borges

Resumo

O conhecimento sobre radicais livres e antioxidantes no contexto educacional faz-se relevante pela capacidade de contribuir para a qualidade de vida dos indivíduos por meio da dieta e sua relação com o bem estar bio-psíquico (SILVA *et al.*, 2010). Assim o presente trabalho teve como objetivos auxiliar os alunos a identificar a ação dos antioxidantes naturais no organismo humano e relacionar essas substâncias, por meio da aula experimental, com os conceitos trabalhados em Química. A pesquisa foi realizada com 204 alunos da EEEM “Emir de Macedo Gomes”, localizada em Linhares - ES. No pré-teste apenas 14% dos alunos sabiam responder adequadamente às questões apresentadas. No pós-teste, 63% dos alunos apresentaram respostas esperadas aos questionamentos, ou seja, conseguiram relacionar os conteúdos já estudados na disciplina de Química com o assunto de antioxidantes naturais.

Palavras - chave: radicais livres, antioxidantes, ensino de Química.

Abstract

The knowledge about free radicals and antioxidants in the educational context is relevant due to the ability to contribute to the life quality of the individuals through diet and its relation to the bio-psyche welfare (SILVA et al, 2010). Thus, the present study aimed to help the students to identify the action of natural antioxidants in the human body and relate these substances, through experimental classes with the concepts used in chemistry. The survey was conducted with 204 students at the E.E.E.M “Emir de Macedo Gomes” school, located in Linhares – ES, Brazil. At the pre-test only 14% of the students knew how to answer properly the questions presented. At the post-test, 63% of the students gave expected answers to questions, that is, they were able to relate the content already studied in the discipline of chemistry about the topic of natural antioxidants.

Keywords: free radicals, antioxidants, chemistry teaching.

1. Fundamentação Teórica

Nas últimas décadas, tanto os radicais livres quanto antioxidantes são assuntos intensamente discutidos na mídia e por comunidades científicas e de pesquisa, principalmente quando se trata de suas aplicações, bem como pelas possíveis contribuições na promoção e na recuperação da saúde. Desse modo, o conhecimento a respeito desse assunto no contexto educacional faz-se extremamente relevante pela capacidade de contribuir para a qualidade de vida dos indivíduos por meio da dieta e sua relação com o bem estar bio-psíquico (SILVA *et al.*, 2010).

Diversos estudos têm demonstrado que uma significativa ingestão de produtos vegetais está relacionada com a redução no risco de uma diversidade de doenças crônicas, por exemplo: arteriosclerose e câncer, e esses efeitos têm sido particularmente atribuídos aos compostos que possuem atividade antioxidante (RASHID *et al.*, 2013). Dentre os antioxidantes em destaque nos vegetais podem-se citar os polifenóis flavonóides como a quercetina, os polifenóis não flavonóides como a curcumina, os diterpenos fenólicos como o ácido rosmarínico, os compostos organossulfurados como a alicina e as vitaminas como vitamina C (ácido ascórbico) e vitamina E (toferol) (DESCALZO & SANCHO, 2008).

A quercetina é um antioxidante muito conhecido, encontrado abundantemente na natureza. Seu mecanismo de ação como antioxidante é o resultado da combinação de suas propriedades quelante e sequestradora de radicais livres e a inibição da oxidação de membranas. A quercetina também é uma substância responsável em bloquear algumas funções do neutrófilo, tais como a liberação de enzimas lisossomais, consumo de oxigênio, geração de radicais livres e quimiotaxia (FIGUEREDO, 2006).

A curcumina é um pigmento fenólico de cor amarelada, adquirido a partir da cúrcuma (*Curcuma longa* L.), pertencente à família da *Zingiberaceae*. Sua ação antioxidante dá-se devido aos seus grupos hidroxil e metóxi. Acredita-se que seu efeito antioxidante é, em certa parte, à sua capacidade de “sequestrar” espécies reativas de oxigênio em situações de estresse oxidativo celular (BASTOS, 2009).

A vitamina C participa do sistema de regeneração da vitamina E, mantendo o potencial antioxidante plasmático. A vitamina E é a principal vitamina lipossolúvel presente no plasma e na partícula de LDL, podendo se apresentar em quatro isoformas: alfa, beta, gama e delta-tocoferol, e destas o alfa-tocoferol é a forma biologicamente mais ativa e a mais estudada até o momento. Os tocoferóis convertem radicais livres em espécies mais estáveis por meio da doação de um átomo de hidrogênio, gerando produtos eletricamente estáveis ou menos reativos. É importante notar que, ao proteger os lipídeos da oxidação, a vitamina E se converte em um radical tocoferil, precisando ser regenerada para recuperar seu potencial antioxidante. Do sistema de regeneração da vitamina E, participam o ácido ascórbico, a enzima glutatona-reduzida e a coenzima Q10. Sugeriu-se que a ação desse sistema deve ser estudada em conjunto com a ação da vitamina E para resultados mais consistentes sobre o potencial antioxidante do plasma (CATANIA; *et al.*, 2009).

Esses antioxidantes absorvem radicais livres, inibindo dessa forma a cadeia de iniciação ou interrompendo a cadeia de propagação das reações oxidativas promovidas pelos radicais livres. Em virtude disto, atualmente, têm-se recomendado uma maior ingestão de frutas e vegetais, além de um enriquecimento alimentar com ervas, contendo altas concentrações de antioxidantes naturais, e,

para que isso ocorra de maneira adequada é fundamental propiciar o entendimento dos indivíduos sobre a ação dos antioxidantes naturais no organismo humano (KULAWIK *et al.*, 2013).

Radicais livres são moléculas altamente reativas que possuem um ou mais elétrons desemparelhados em seus orbitais, e por isso, podem reagir rapidamente com diversos compostos celulares, interferindo assim em reações normais do organismo, causando alterações e até mesmo danos irreversíveis, por isso os radicais livres são citados no envolvimento de uma enorme diversidade de doenças, além de serem considerados como a causa do envelhecimento (VILA, 2006).

A formação de radicais livres *in vivo* acontece via ação catalítica de enzimas no decorrer dos processos de transferência de elétrons que ocorrem no metabolismo celular aeróbio. Segundo Vila (2006), “Durante esse processo são formados intermediários reativos como o radical superóxido ($O_2^{\bullet-}$), radical hidroxila (OH^{\bullet}) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2). Portanto, a toxicidade do oxigênio decorre da formação dessas espécies reativas que podem interagir e lesar diversas biomoléculas e estruturas celulares (VILA, 2006, HANG & DALE, 2007).

A geração de radicais livres pode ocorrer e/ou ser acelerada pela exposição a fatores exógenos como ozônio, radiações gama e ultravioleta, medicamentos, dieta, cigarro etc. Tanto nos casos em que os fatores são endógenos quanto nos exógenos, dentre os efeitos mais deletérios dos radicais livres está a iniciação da peroxidação lipídica, a qual pode levar à destruição da membrana celular, podendo dessas surgir graves repercussões metabólicas. Ressalta-se que, os peróxidos formados nessas reações por sua vez, reagem com outros lipídios, de modo a formar novos tipos de peróxidos. Essa segunda fase da oxidação de lipídios refere-se à fase de propagação e persiste até a fase final de terminação, que ocorre quando dois radicais livres se combinam (VILA, 2006; KULAWIK *et al.*, 2013).

Quando a produção de radicais livres supera a produção de antioxidantes de defesas celulares ou quando há neutralização insuficiente de espécies reativas de oxigênio, ou seja, quando há um desequilíbrio entre moléculas oxidantes e antioxidantes e as espécies reativas de oxigênio se acumulam na célula, ocorre a indução de danos celulares pelos radicais livres, e, este processo tem sido chamado de estresse oxidativo. De significativa importância, o estresse oxidativo tem sido responsável pelo surgimento e desen-

volvimento de diversas doenças degenerativas, quer por meio da mutação do DNA, oxidação de proteínas ou peroxidação lipídica (SOUSA, 2013; KELSEY, 2013).

Quando se fala em radicais livres quase simultaneamente trata-se também dos antioxidantes, substâncias que, em baixas concentrações retardam a oxidação de biomoléculas facilmente oxidáveis, tais como lipídeos e proteínas (KARRE *et al.*, 2013, LÓPEZ-ALARCÓN e DENICOLA, 2012).

Os antioxidantes dividem-se em enzimáticos e não enzimáticos. As substâncias enzimáticas reagem com as espécies reativas, mas não são consumidas na reação. Já os compostos não enzimáticos reagem com os radicais livres e são consumidos durante o processo. Nesse grupo, existem os antioxidantes hidrofílicos e hidrofóbicos (SOUSA *et al.*, 2013).

Como alguns antioxidantes sintéticos têm demonstrado efeitos secundários tóxicos, esse fato acabou impulsionando a pesquisa de antioxidantes à base de produtos naturais. Além disso, alguns antioxidantes naturais têm demonstrado propriedades *in vitro* mais significativas que alguns antioxidantes sintéticos. Isso tem sido observado em alimentos como ameixa, extrato de semente de uva, amora, romã, uva, extrato de casca de pinho, alecrim, orégano e outras especiarias, devido ao seu alto teor de compostos fenólicos, e por isso têm sido uma alternativa à antioxidantes convencionais (RASHID *et al.*, 2013, KARRE *et al.*, 2013).

Como observado anteriormente, compostos fenólicos são um dos constituintes antioxidantes mais eficazes que contribuem para a atividade antioxidante de alimentos vegetais, desempenhada por meio da eliminação de radicais (OH *et al.*, 2013).

Devido a esses fatores a população tem apresentado um crescente interesse no uso de substâncias antioxidantes provenientes de produtos vegetais e por isso é importante seu entendimento sobre tais assuntos, pois boa parte do conhecimento é adquirida por meio da experiência cotidiana, e sempre que possível deve estar interligado com os conhecimentos escolares, com o intuito de ampliar o campo de visão e conhecimento (VILA, 2006).

Embora muito se fale acerca da importância do estudo e ensino de química e sua contextualização com a vivência diária, sabe-se das imensas dificuldades que os alunos de Ensino Médio têm em entender os princípios, as leis e as teorias e, em seguida, realizar uma análise do conhecimento adquirido, reconhecer a sua relevân-

cia e relacioná-lo com seu cotidiano. Dentre os diversos fatores que ocasionam esta dificuldade, Macêdo destaca: “conteúdo ministrado sem vinculação com a realidade e a vivência do aluno; dificuldade dos alunos em raciocinarem em termos de modelos abstratos e aulas meramente expositivas e teóricas, sem o uso de demonstrações e/ou experimentos relacionados com o conteúdo teórico ministrado”. Diante disso, é importante ressaltar a importância e a necessidade da contextualização dos conteúdos, ou seja, faz-se necessário relacionar cada assunto à realidade dos educandos, de forma que eles realmente aprendam e posteriormente possam lançar mão do conhecimento construído em outras situações. (MACÊDO *et al.*, 2013, GUERRA *et al.*, 2013).

Atualmente a contextualização recebe destaque e é defendida nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), com vistas à formação de indivíduos que vejam a significância nos conteúdos ensinados e assim construam uma aprendizagem sólida e sejam críticos, de forma a interferirem positivamente na realidade que os cerca e que atuem e enfrentem os diversos desafios vistos e presenciados, diariamente, na sociedade. Contudo, para que tudo isto ocorra conforme o esperado, é fundamental que o professor esteja consciente e disposto a contribuir efetivamente, e, quando se trata da disciplina de Química destaca-se a importante contribuição do uso de atividades experimentais, visto que essas permitem ao aluno conhecer, conforme disposto por Lobo “a proposta do experimento, o procedimento experimental e os resultados obtidos. Cada qual com sua devida importância. O primeiro, para a compreensão do método científico. O segundo, para estimular os alunos às tarefas manipulativas e o terceiro para contribuir para a aprendizagem dos conceitos científicos” (GUERRA *et al.*, 2013, LOBO, 2012).

2. Objetivos

O presente trabalho foi desenvolvido com o intuito de auxiliar os alunos a relacionarem as informações sobre antioxidantes aos conceitos teóricos e aulas experimentais, bem como o seu cotidiano, para que então possa repensar a importância do estudo da química, valorizá-la e também relacionar as aplicações dessa no dia a dia, no transcurso dos conteúdos ensinados durante as aulas.

3. Metodologia

Visando a alcançar um universo amplo de estudantes, as aulas práticas foram realizadas em seis turmas de 3ª ano do Ensino Médio, duas turmas de cada turno, da E.E.E.M. “Emir de Macedo Gomes”, localizada na cidade de Linhares - ES.

Antes dos testes e da aula, foi realizado, pessoalmente, um esclarecimento aos participantes (alunos e instituição) sobre a pesquisa, seus objetivos, caráter voluntário da participação, e o manejo das informações, bem como a entrega do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido à direção (ANEXO 1), coordenação e equipe pedagógica da escola.

Para o desenvolvimento do projeto foram utilizadas quatro aulas de 55 minutos nos turnos matutino e vespertino e quatro aulas de uma hora no noturno, por turma. As aulas foram sobre antioxidantes naturais, e, foram subdivididas em três etapas.

Na primeira etapa os alunos responderam ao pré-teste (ANEXO 2) com perguntas relacionadas ao tema, e posteriormente foi proposto que esses pesquisassem em sítios da internet sobre a ação de antioxidantes naturais. Nessa etapa também, após a realização da pesquisa, o aluno pôde fazer a leitura de um texto de apoio (ANEXO 3) sobre o tema.

A segunda etapa foi a execução da atividade experimental para identificação da presença de antioxidantes naturais em alimentos realizada em grupos de alunos. Para isso, foi agendado junto à instituição e professores responsáveis pela disciplina de Química uma data para que fosse realizada a atividade experimental. Os alunos foram levados para o laboratório de Química da escola, onde receberam informações acerca da vitamina C e outros antioxidantes naturais como a curcumina e a quercetina, bem como um material (ANEXO 4) sobre a identificação da vitamina C, para que pudessem assim, entender o experimento que realizariam. A seguir foram orientados a iniciar a atividade experimental, conforme o roteiro de aula prática que receberam (ANEXO 5). No decorrer da aula experimental, os alunos puderam participar ativamente por meio de questionamentos os quais foram respondidos pelos professores responsáveis pelas turmas: Daise dos Santos Pianca e Náyra Pinheiro Constâncio, e, pelos estudantes do curso de Licenciatura em Química UFES/UAB Giliard Carleti e Giselle Mirthes Santos Santiago.

A terceira etapa constou de um debate sobre o resultado obtido nas atividades experimentais em sala de aula seguido da aplicação do questionário de pós-teste (ANEXO 2).

Os dados coletados nos testes (pré e pós) foram analisados e discutidos de forma qualitativa e quantitativa. Para análise qualitativa, utilizaram-se consultas bibliográficas. A análise quantitativa foi realizada por meio de cálculos de porcentagens e posteriormente representação de tais valores em tabelas.

4. Resultados e discussão

De toda a escola foram selecionadas duas turmas de 3º ano do Ensino Médio de cada turno, e nessas obteve-se um total de 204 alunos participantes que devolveram o questionário pré-teste respondido e posteriormente participaram das demais etapas realizadas. Do total de alunos participantes, 89 identificaram-se como do sexo masculino e como do sexo 115 feminino. A faixa etária desses alunos nas turmas é de 16 a 19 anos, observando-se aí que alguns se encontram fora da faixa etária média esperada pelas escolas (17 anos). É importante ressaltar ainda que do total de alunos que participaram cinco já cursaram o 3º ano do Ensino Médio.

Todas as respostas dadas aos questionários foram tabuladas em planilha, e, posteriormente formatadas. Para a apresentação dos resultados numéricos optou-se pela utilização de tabelas com percentuais arredondados.

O percentual de cada resposta esperada aos questionamentos realizados no pré e no pós-teste aplicados aos alunos encontra-se nos gráficos a seguir.

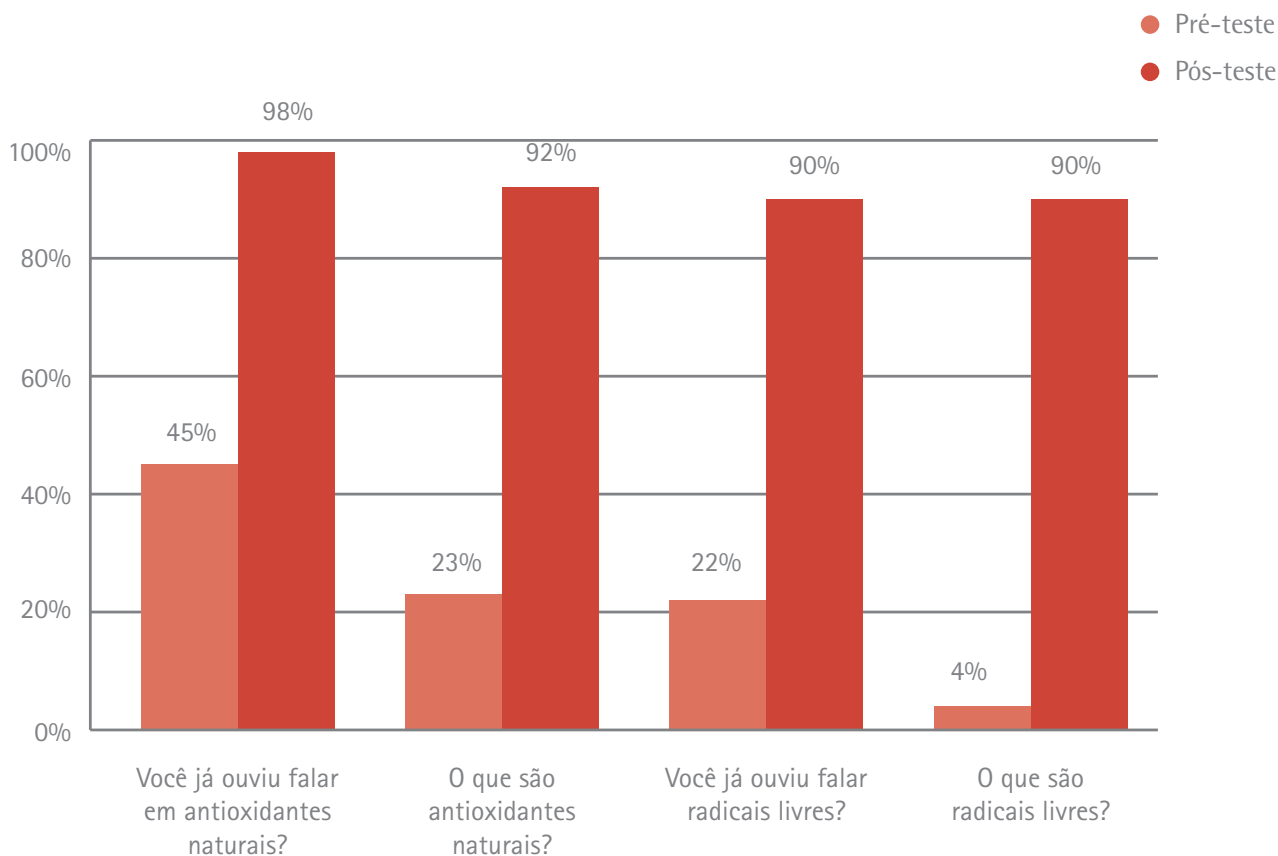


FIGURA 1: Gráfico do percentual de respostas esperadas, dadas às perguntas 1 a 4.

De acordo com a Figura 1, dos alunos que responderam ao pré-teste, 45% já tinham ouvido falar sobre antioxidantes, mas apenas 50% destes desses souberam responder o que seriam tais substâncias, ou seja, aproximadamente 23% do total. Já no pós-teste 98% dos alunos que participaram ouviram falar e desses, 94% sabiam o que eram antioxidantes e até mesmo citaram exemplos. É interessante ressaltar que em estudos realizados por Silva & Ribeiro *et al.*, (2009), foram observadas dificuldades dos participantes entrevistados em explicar de forma adequada e completa o conceito de antioxidantes, e, talvez por isso apenas metade daqueles que já tinham ouvido falar, realmente sabiam o que verdadeiramente era. Além disso, o fato de 45% dos alunos responderem no pré-teste que já ouviram falar sobre antioxidantes pode ser explicado de duas maneiras, primeiro porque provavelmente já ouviram esse tipo de informação em outras disciplinas e, segundo porque se basearam em suas experiências cotidianas e nas informações acessíveis e fornecidas pela mídia (SILVA & RIBEIRO *et al.*, 2009).

A Figura 1 informa ainda que no pré-teste, ao serem questionados a respeito de radicais livres, somente 22% dos alunos disseram já ter ouvido falar do assunto e deste percentual, 17% também souberam responder o que seriam, ou seja, 4% do total de alunos. Já no pós-teste 90% dos alunos que realizaram as atividades e participaram da aula experimental responderam já ter ouvido falar de tais compostos e 99% destes escreveram sobre o que são radicais livres e sua relação com a atividade antioxidante, saúde e meio ambiente.

Em relação ao pré-teste, a dificuldade em definir radicais livres, também foi encontrada em estudo desenvolvido por Silva & Ribeiro *et al.* (2009), em que a análise dos resultados evidenciou o embaraço da maioria dos participantes em conceituar corretamente os radicais livres. Vale destacar que nesse estudo os participantes que demonstraram maior domínio sobre esse tema foram os professores de Química e Geografia. Ressalta-se ainda que a ausência do conhecimento adequado sobre radicais livres também pode ser explicada pelo fato de não ser um assunto abordado com frequência em sala de aula. E, apesar dos alunos já terem ouvido falar, a maioria não conseguiu lembrar a informação já possivelmente transmitida. (SILVA & RIBEIRO *et al.*, 2009).

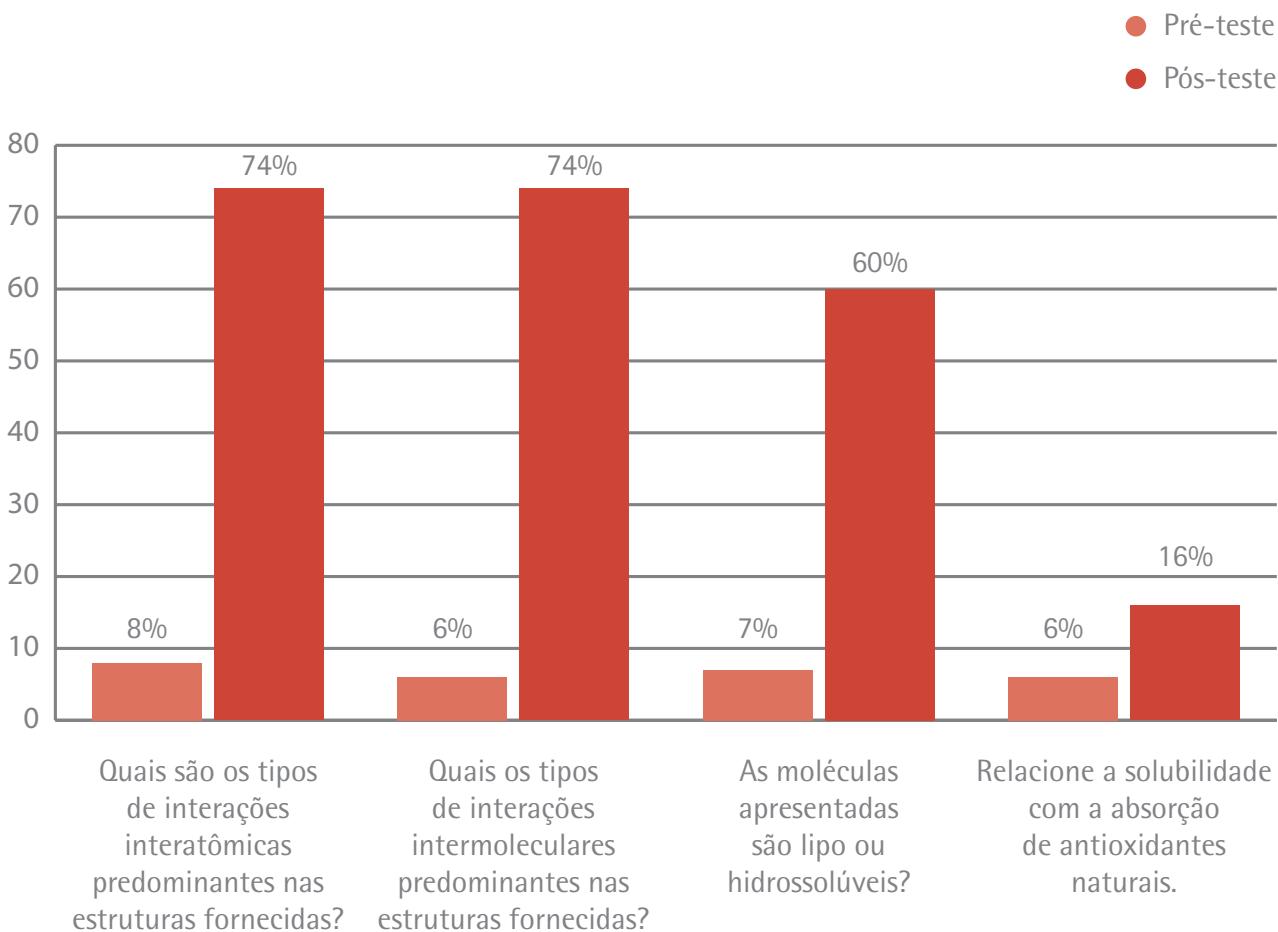
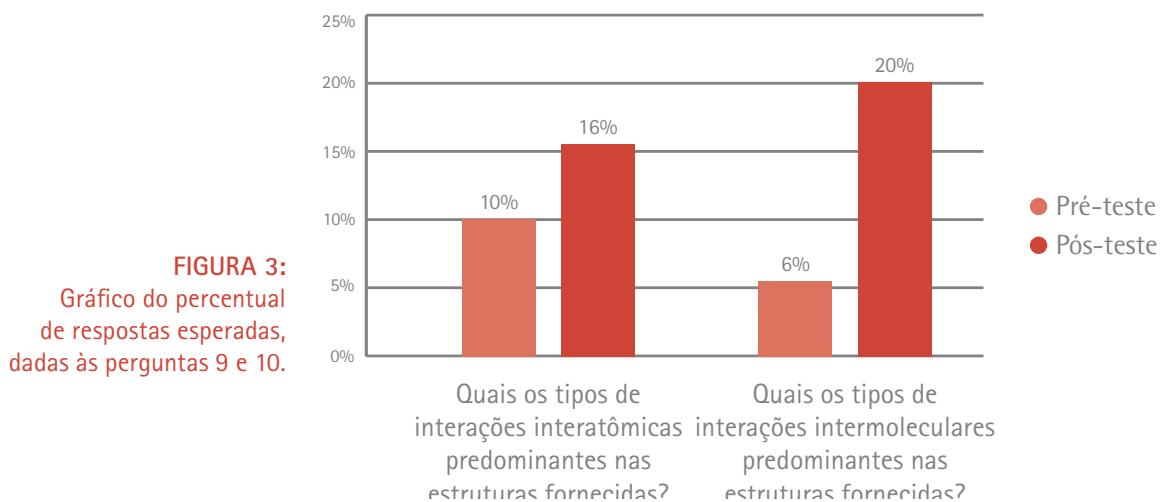


FIGURA 2: Gráfico do percentual de respostas esperadas, dadas às perguntas 5 a 8.

Na Figura 2 observa-se que no pré-teste, quando os alunos tiveram que identificar os tipos de ligação interatômicas e intermoleculares que ocorrem nas moléculas de antioxidantes naturais (quercetina e curcumina), apenas 6% conseguiram responder de maneira certa. Já no pós-teste 74% responderam corretamente. Em relação a esta questão é importante salientar que estudos mostram que um dos maiores problemas em ligações químicas é a confusão que alunos fazem entre ligação iônica e covalente. É apresentado ainda neste estudo que estudantes ainda apresentam falhas na compreensão de conceitos químicos e não conseguem fazer relações importantes. Por isso, destaca-se a significativa contribuição por meio da pesquisa, visto que dessa forma se favorece que sejam superadas as aulas tradicionais de mera reprodução, e se passe a colaborar efetivamente para que o indivíduo entenda a importância do conteúdo estudado em sala de aula, atribuindo-lhe sentido e fazendo-o aprender de forma criativa e agradável (FERNANDEZ *et al.*, 2006).

A Figura 2 também ilustra o conhecimento dos alunos quanto à solubilidade de moléculas de dois antioxidantes naturais. No pré-teste apenas 7% responderam ser lipossolúvel, e a maioria não respondeu. Já no pós-teste, 60% disseram serem lipossolúveis, 32% disseram ser hidrossolúveis e o restante não soube responder.

Em um estudo realizado por Oliveira *et al.* (2009), foi demonstrado que apesar de serem estudantes de final de curso, o conhecimento a respeito de solubilidade ainda não era muito claro. Apesar do conceito de solubilidade fazer parte do programa de Química do Ensino Médio, infelizmente a maioria dos alunos não foi capaz de usar esse conceito para responder a questão apresentada, o que indica que não se apropriaram do saber para a construção de novos conhecimentos (OLIVEIRA *et al.*, 2009).



Observando-se Figura 4, no pré-teste do total de alunos, apenas 10% conseguiram identificar as funções orgânicas presentes nas moléculas trabalhadas no questionário e desses, apenas 6% disseram ser capazes de identificar essas funções em outras estruturas orgânicas. Já no pós-teste, 20% dos alunos conseguiram responder corretamente quanto às funções orgânicas presentes nas estruturas apresentadas e apenas 16% conseguiriam ir além e identificar essas funções em outras estruturas hipotéticas esquematizadas no quadro da sala de aula.

As dificuldades que a maioria dos alunos apresentou quando necessitaram identificar as funções químicas presentes nas moléculas dos antioxidantes naturais selecionados (quercetina e curcumina) podem estar relacionadas à falta de exercícios em sala

de aula. Outro ponto é que para identificar e explicar os conceitos de química orgânica, o aluno deve repensar e reorganizar as suas idéias, para depois expô-las. Assim, quando os professores focam suas aulas apenas para a assimilação de conceitos e memorização de fórmulas por parte dos alunos em detrimento da valorização da experimentação e da construção do conhecimento científico pelos educandos, ocorre uma maior dificuldade do aluno em desenvolver determinados conceitos, contribuindo assim para que eles permaneçam com dificuldade em aprender a disciplina (SILVA & EICHLER *et al.*, 2009).

Ao analisarem-se todos os percentuais obtidos o que se verificou é que porcentagem de acertos do pré-teste foi muito menor do que a do pós-teste, o que pode ser explicado pela influência da atividade experimental na aprendizagem dos alunos (ALVES, *et al.*, 2013). Assim, é possível supor que, apesar dos alunos já terem ouvido ou até mesmo estudado sobre os antioxidantes e radicais livres antes da realização das atividades, possuíam pouco conhecimento sobre esse assunto e/ou não houve real aprendizagem sobre esse tema. Em virtude destes resultados é possível afirmar que a realização da aula experimental é uma importante ferramenta no processo de ensino-aprendizagem.

Decerto, as introduções teóricas auxiliaram como apoio para a efetivação das práticas. Dessa forma, puderam-se alcançar alguns dos objetivos, como favorecer a construção de novos conhecimentos por parte dos alunos, o que provavelmente não ocorreria espontaneamente. Mas, para que essas construções ocorram conforme o desejado é preciso buscar continuamente compreender as dificuldades dos alunos e gerar novas oportunidades de conhecimento.

É indiscutível que a prática curricular predominante nas escolas ainda é disciplinar, apresentando uma visão fragmentada dos conteúdos, o que colabora para que os alunos não construam significado, nem se conscientizem da relevância do conteúdo estudado em sala de aula, não conferindo a esses um sentido, o que não facilita a aprendizagem.

5. Considerações finais

As abordagens descritas neste trabalho fazem refletir o quanto as atividades experimentais colaboraram para o aprendizado a respeito de antioxidantes naturais, o que certamente contribuirá de maneira positiva no cotidiano dos alunos.

A partir desse estudo observou-se também que a dificuldade dos alunos em compreender química pode ser superada ou ao menos minimizada, por meio do uso de aulas experimentais como um importante recurso.

É de fundamental importância que o professor esteja atento à prática docente constantemente, visto que essa deve ser repensada para que haja uma associação dos conteúdos trabalhados em sala e o cotidiano dos alunos, uma vez que o conteúdo visto apenas de maneira teórica pouco contribui para o aprendizado de forma eficaz. Contudo, quando apresenta uma contextualização, incentiva a discutir, compreender e construir uma verdadeira aprendizagem.

6. Referências

ALVES, et al. *Demonstração experimental no ensino fundamental dos processos bioquímicos da digestão*. Disponível em <http://www.prac.ufpb.br/anais/xenex_xienid/xi_enid/prolicen/ANAIS/Area4/4CFTDCBSPLIC02.pdf> Acessada junho de 2013

DESCALZO, A. M., SANCHO, A. M. *A review of natural antioxidants and their effects on oxidative status, odor and quality of fresh beef produced in Argentina*. Meat Science. v. 79, p. 423–436, 2008.

FERNANDEZ, Carmem, MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. *Concepções dos estudantes sobre ligações Químicas*. Química Nova na Escola, v. 24, p. 20-24. 2006.

GUERRA, Jéssica Duarte. *Alisamentos capilares: uma proposta para aulas de química do ensino médio*. Disponível em <<http://www.portalseer.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/viewFile/7252/5029>>Acessada em abril 2013.

KARRE, Liz. et al. *Natural antioxidants in meat and poultry products*. Meat Science, n. 94, p. 220-227, 2013.

KELSEY, Natalie A, WILKINS, Heather M., LINSEMAN, Daniel A. *Nutraceutical Antioxidants as neural neuroprotective agents*. Disponível em <<http://www.mdpi.com/journal/molecules>> Acessada em junho de 2013.

KULAWIK, Piotr, ÖZOGUL, Fatih, GLEW, Robert, ÖZOGUL, Yesim. *Significance of Antioxidants for Seafood Safety and Human Health*. J. Agric. Food Chem., American Chemical Society, n. 61, p.475–491, 2013.

LOBO, Soraia Freaza. *O trabalho experimental no ensino de Química*. Quím. Nova, v. 35, n.2,2012.

LÓPEZ-ALARCÓN, Camil; DENICOLAB, Ana. *Evaluating the antioxidant capacity of natural products: A review on chemical and cellular-based assays*. Analytica Chimica Acta, n. 763, p. 1-10, 2013.

MACÊDO, Glaucia Maria Evangelista et al. *A utilização do laboratório no ensino de química: facilitador do ensino – aprendizagem na escola estadual professor Edgar Tito em Teresina, Piauí*. Disponível em <congressos.ifal.edu.br/index.php/connepi/CONNEDI2010/paper/view/1430/492>. Acessada em Fev. 2013.

OH, Jungmin. et al. *Antioxidant and antimicrobial activities of various leafy herbal teas*. Food Control. n. 3, p. 403-409, 2013.

OLIVEIRA, Sheila Rodrigues, GOUVEIA, Viviane de Paula, QUADROS. *Uma reflexão sobre Aprendizagem Escolar e o Uso do Conceito de Solubilidade/Miscibilidade em Situações do Cotidiano: Concepção dos Estudantes*. Química Nova na Escola, v. 31, p. 23-30. 2009.

RANG, H.P.; DALE, M.M. *Farmacologia*. 6 ed., p. 753, Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

RASHID, Showkat. et al. *Chemical composition, antimicrobial, cytotoxic and antioxidant activities of the essential oil of Artemisia indica Willd.* Food Chemistry. n.138, p. 639-700, 2013.

SILVA, Franciele Carolina, RIBEIRO, Rita de Cássia, CHAVES, Andréa Carla Leite. *Radicais livres e antioxidantes: concepções e expectativas dos professores do ensino médio*. VII ENPEC: Encontro Nacional de pesquisa em Ciência, ISSN: 21766940, 2009.

SILVA, Marília Lordêlo Cardoso, et al. *Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais*. Semina: Ciências Agrárias, v. 31, n. 3, p. 669-682, 2010.

SILVA, Shirley Martim da, EICHLER, Marcelo L., SALGADO, Tania D.Miskinis, PINO, José Claudio Del. *Concepções de estudantes universitários sobre os conceitos fundamentais de química orgânica*. Vii enpec: encontro nacional de pesquisa em ciência, issn: 21766940, 2009.

SILVA, Sidnei Luis A. da, FERREIRA, Geraldo Alberto L., SILVA, Roberto Ribeiro da. *À procura de vitamina C*. Química Nova na Escola, n.2, p. 1-2, nov. 1995.

SIVASOTHY, Yasodha. et al. *Antioxidant and antibacterial activities of flavonoids and curcuminoids from Zingiber spectabile Griff.* Food Control, n. 30, p. 714-720, 2013.

SOUSA, Erlânio O. et al. *Phytochemical characterization and in vitro antioxidant properties of Lantana camara L. and Lantana montevidensis Briq.* Industrial Crops and Products. n. 43, p. 517-522, 2013.

VILA, Fabiana Cristina. *Identificação dos flavonoides com atividade antioxidante da cana-de-açúcar (Saccharum officinarum L.)*. Disponível em <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/75/75132/tde.../FabianaVila.pdf> Acessada em abril 2013.

7. Anexos

ANEXO 1. Questionário pré-teste e pós-teste



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO – UFES
UNIVERSIDADE ABERTA DO BRASIL – UAB
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

Questionário

Idade: _____ Turma: _____

Sexo: () Masculino () Feminino

É a primeira vez que está fazendo o 3º Ano? () Não () Sim

Você já ouviu falar em antioxidantes naturais? () Não () Sim

Caso sim, responda as duas questões seguintes.

O que são antioxidantes?

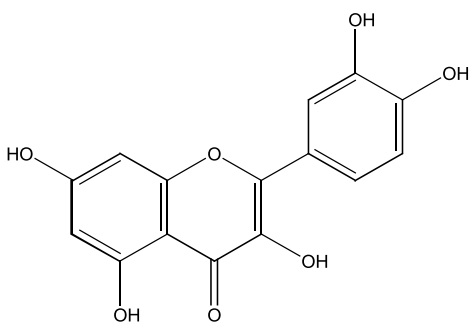
Cite exemplos de substâncias e/ou alimentos que tenham ação antioxidante.

Você já ouviu falar em radicais livres? () Não () Sim

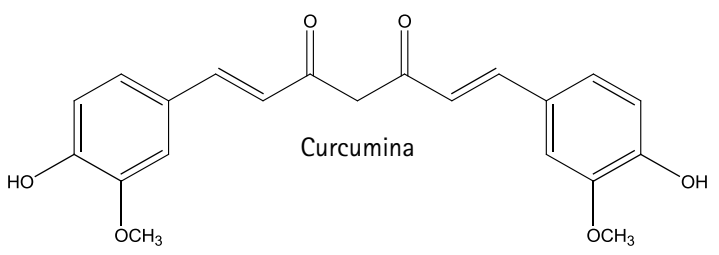
Caso sim escreva o que são radicais livres.

Qual a relação você faz entre os radicais livres, os antioxidantes, a saúde e o meio ambiente?

Observando as estruturas de antioxidantes naturais abaixo, responda as questões a seguir:



Quercetina



Curcumina

• Quais os tipos de ligações interatômicas predominantes? E qual o tipo de ligações intermoleculares ocorrem?

• As moléculas em questão são lipossolúveis ou hidrossolúveis? Relacione a solubilidade em questão com a absorção dos antioxidantes naturais pelo organismo humano.

• Quais as funções orgânicas presentes nas moléculas de quercetina e curcumina?

• Você seria capaz de reconhecer estas funções orgânicas em outras estruturas? () Não () Sim

ANEXO 2. Texto auxiliar fornecido aos alunos

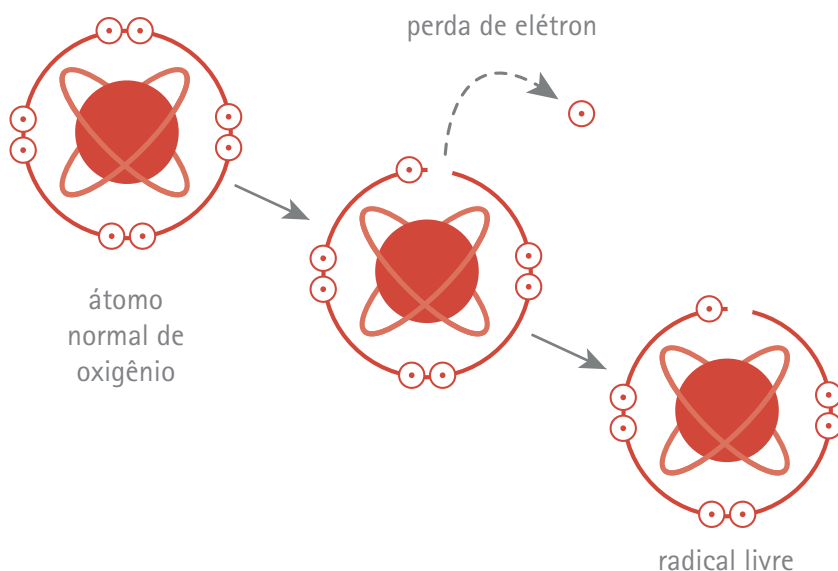
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO – UFES
UNIVERSIDADE ABERTA DO BRASIL – UAB
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA



Antioxidantes naturais e radicais livres

Por Martina Martinez

Radicais livres são átomos ou moléculas com elétrons não pareados, ou seja, falta em sua estrutura química um elétron. Por esse motivo, os radicais livres atacam outras moléculas para “roubar” elétrons e assim se tornarem estáveis. Essas moléculas atacadas se tornam radicais livres e irão tentar o mesmo com outras moléculas, estabelecendo assim uma reação em cadeia que pode causar vários danos à um organismo.

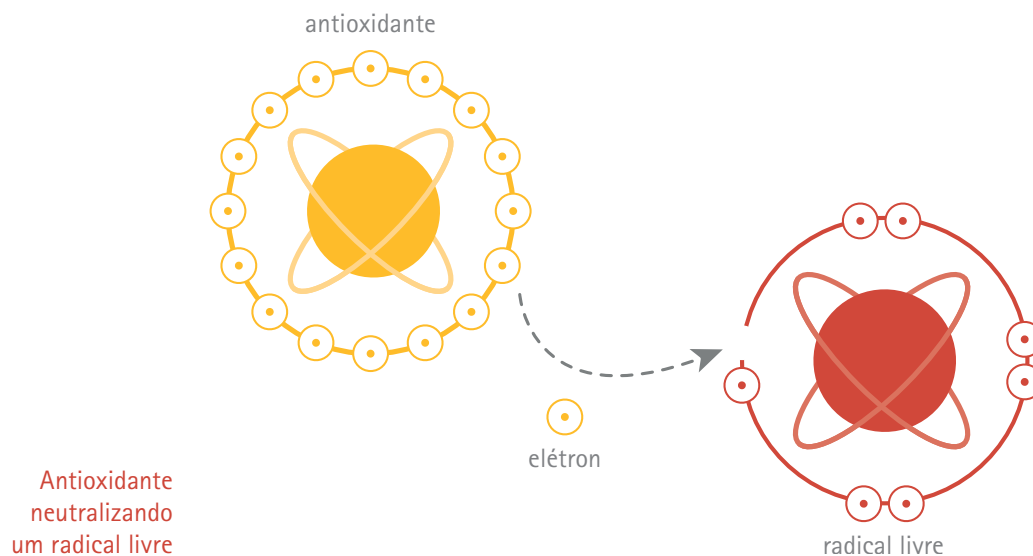


Devido à presença de elétrons desemparelhados, os radicais livres são altamente reativos e podem participar de reações colaterais indesejáveis, resultando em danos celulares. Muitas formas de câncer são consideradas como o resultado de reações entre radicais livres e DNA, resultando em mutações que podem afetar negativamente o ciclo celular e, potencialmente, levar a malignidade. Além disto, os radicais livres promovem o processo de envelhecimento e estão relacionados com as doenças cardíacas, com o Mal de Parkinson e de Alzheimer.

A formação de radicais livres ocorre continuamente no nosso organismo. Reações internas que servem como fontes de radicais livres incluem aquelas envolvidas na cadeia respiratória, na fagocitose, reações envolvendo ferro e outros metais de transição, exercícios físicos, entre outras. A prática de exercícios físicos de grande intensidade aumenta o consumo de oxigênio no corpo que consequentemente leva à liberação de radicais livres. Por isso, é muito comum atletas além de possuírem uma alimentação rica em frutas e legumes, consumirem cápsulas de antioxidantes que são substâncias que ajudam a combater e neutralizar os radicais livres.

Os radicais livres também podem ser produzidos devido a fatores externos. Algumas fontes externas geradoras de radicais livres são a fumaça de cigarro, álcool, poluentes ambientais, radiação, luz ultravioleta, drogas pesticidas, alguns solventes industriais, entre outras.

Infelizmente hoje em dia, as tensões da vida moderna combinada com a idade e as deficiências nutricionais (alimentação rica em gorduras saturadas, açúcares e pobres em nutrientes), contribuem para o aparecimento de radicais livres no organismo. Portanto é muito importante, adicionar a dieta alimentar muitas verduras, frutas, legumes, cereais integrais que são fontes de antioxidantes, que protegem o corpo dos efeitos prejudiciais dos radicais livres.



Normalmente, o organismo pode lidar com os radicais livres através dos antioxidantes naturais como as enzimas glutatona, a catalase e superóxido dismutase. Porém, se estas não forem suficiente, devido à produção excessiva de radicais livres, muitos danos podem ocorrer. Portanto uma alimentação saudável rica em antioxidantes (vitamina C, vitamina E, vitamina A e beta-caroteno) é fundamental para manter o bom funcionamento do organismo.

(Fonte: <http://www.infoescola.com/bioquimica/radicais-livres/>)



ANEXO 3. Entendendo o experimento

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO – UFES UNIVERSIDADE ABERTA DO BRASIL – UAB CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

Entendendo o experimento: Identificação de vitamina C

Substâncias originadas de fontes naturais sempre foram intensamente utilizadas na prevenção e no tratamento de inúmeras doenças no ser humano. Grande parte dos medicamentos encontrados atualmente no mercado é derivada direta ou indiretamente de plantas.

Quando se fala em fontes naturais e sua relação com a saúde, destaca-se a importância das vitaminas presentes, assim como se há ou não a presença significativa de antioxidantes, que são aquelas substâncias produzidas por organismos vivos, e que possuem a capacidade de evitar ações danosas às células, principalmente através da inibição da lipoperoxidação (Lipoperoxidação é uma reação química que ocorre quando o oxigênio é utilizado por reações químicas no corpo, produzindo como subproduto, substâncias potencialmente prejudiciais chamadas radicais livres), isto porque conseguem sequestrar radicais livres e/ou quelar íons metálicos.

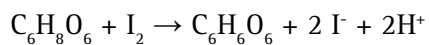
A vitamina C, também conhecida como ácido L-ascórbico, foi isolada pela primeira vez sob a forma de um pó cristalino branco, em 1922, pelo pesquisador húngaro Szent-Györgi. Por apresentar comportamento químico fortemente redutor atua, numa função protetora, como antioxidante; na acumulação de ferro na medula óssea, baço e fígado; na produção de colágeno (proteína do tecido conjuntivo); na manutenção da resistência às doenças bacterianas e virais; na formação de ossos e dentes, e na manutenção dos capilares sanguíneos, dentre outras. Segundo a literatura, as principais fontes naturais de ácido ascórbico estão no reino vegetal, representadas por vegetais folhosos (bertha, brócolis, couve, nabo, folhas de mandioca e inhame), legumes (pimentões amarelos e vermelhos) e frutas (cereja-do-pará, caju, goiaba, manga, laranja, acerola, etc.).

A adição de iodo à solução amilácea (água + amido de milho) provoca uma coloração azul intensa no meio, devido ao fato de o iodo formar um complexo com o amido.

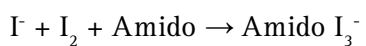
Graças a sua bem conhecida propriedade antioxidante, a vitamina C promove a redução do iodo a iodeto (I⁻), que é incolor

quando em solução aquosa e na ausência de metais pesados. Dessa forma, quanto mais ácido ascórbico um alimento contiver, mais rapidamente a coloração azul inicial da mistura amilácea desaparecerá e maior será a quantidade de gotas da solução de iodo necessária para restabelecer a coloração azul.

A equação química que descreve o fenômeno é:



Ac. ascórbico iodo



Íon iodo

complexo amido-iodo (complexo azul intenso)

Iodeto



ANEXO 4. Procedimento experimental

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO – UFES
UNIVERSIDADE ABERTA DO BRASIL – UAB
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

Procedimento experimental: identificação de vitamina C

Materiais e reagentes

- 1 comprimido efervescente de 1 g de vitamina C;
- Tintura de iodo a 2% (comercial);
- Sucos de frutas variados (limão, laranja, maracujá e caju);
- 5 pipetas de 10 mL;
- 1 fonte de calor (aquecedor elétrico, bico de Bunsen ou lamparina a álcool);
- 6 tubos de ensaio;
- 1 colher de café de amido de milho;
- 1 béquer de 500 mL;
- Água filtrada;
- 1 conta-gotas;
- 1 balão volumétrico de 1 L;
- 1 Bastão de vidro.

Procedimento

Etapa 01: Adicionar 100 mL de água filtrada e uma colher de café em um béquer de 250 mL. Misturar bem. Em seguida, aquecer o sistema até uma temperatura próxima a 50 °C. Retirar a mistura do aquecimento e agitar continuamente a mistura até que se alcance a temperatura ambiente.

Etapa 02: Em um balão volumétrico de 1 L contendo 500 mL de água filtrada, dissolver um comprimido efervescente de vitamina C e após o término da efervescência completar com água filtrada (volume final igual a um litro).

Etapa 03: Adicionar 5 mL da mistura da Etapa 01 (amido de milho + água) em cada um dos seis tubos de ensaio, numerando-os de 1 a 6. No tubo 1 (tubo controle) será adicionado 5 mL de água filtrada. Ao tubo 2 adicionar 5 mL da solução de vitamina C; e nos tubos 3, 4, 5 e 6 adicionar 5 mL de cada suco a ser testado.

Etapa 04: Adicionar, gota a gota, a solução de iodo no tubo 1, agitando constantemente, até que apareça coloração azul, e esta permaneça por mais de 15 segundos. Anotar o número de gotas adicionadas. Repetir o procedimento para os demais tubos e anote o número de gotas necessárias para o aparecimento da cor azul.

Observação: Caso a cor desapareça, continue a adição de gotas de iodo até que a coloração persista.



PAPEL

celulose

6

Abordagem
CTSA

PAPEL E CELULOSE, UMA ABORDAGEM CTSA PARA O ENSINO MÉDIO

Gil Ribeiro Péres

Eliana Azevedo Hartwig[†]

Mari Inez Tavares

Resumo

Este trabalho teve o objetivo de promover a construção do conhecimento químico da obtenção da celulose e a da produção de papel, além de conscientizar da interação do aluno com o papel no meio ambiente. As atividades experimentais foram organizadas de acordo com a metodologia de ensino por investigação e o cerne filosófico foi a abordagem CTSA. Antes da realização dessas atividades foi aplicado um pré-teste com a finalidade de verificar quais eram as concepções dos sujeitos de pesquisa acerca do tema proposto. Após a realização das atividades experimentais aplicou o pós-teste para verificar se as concepções ainda permaneciam e quais mudanças foram observadas. Os resultados obtidos apontam para a ampliação do vocabulário e do conhecimento químico acerca da obtenção da celulose e da produção de papel. Conclui-se que os sujeitos foram potencializados em suas habilidades e competências para participarem ativamente dos problemas que fazem parte de sua realidade, ampliando o seu senso crítico sobre a produção do papel e quais as causas e consequências dessa produção sobre a sociedade e o meio ambiente.

Palavras - chave: celulose, ensino por investigação, abordagem CTSA, Ensino Médio.

[†] In memoriam.

Abstract

This work aimed to promote the construction of chemical knowledge obtaining the pulp and paper production, and raise awareness of student interaction with the paper on the environment, throughout the paper cycle. The experimental activities were arranged according to the teaching methodology for research and philosophical crux was the CTSA approach. Before performing these activities a pre-test in order to ascertain what were the conceptions of research subjects about the proposed theme was applied. After conducting the experimental activities applied the post-test to verify that the conceptions still remained and what changes were noted. The results point to the vocabulary expansion and chemical knowledge about getting the pulp and paper production. We conclude that subjects were potentiated in their abilities and skills to actively participate in issues that are part of your reality, expanding your critical thinking about the production of paper and the causes and consequences of this production on society and the environment.

Keywords: Cellulose; education through research; CTSA Approach, High School

I. Ciência, tecnologia e educação e suas inter-relações.

A valorização da construção do conhecimento científico e tecnológico é a principal característica das sociedades dos países ditos desenvolvidos e está vinculada à maneira como esses povos foram valorizando e utilizando a ciência e tecnologia. (MARTINS & PAIXÃO, 2011). Ciência e tecnologia contemplam diferentes visões de mundo de quem a constrói e podem ser instrumentos valiosos ao serviço da humanidade desde que a sociedade esteja consciente das causas e consequências do uso desse conhecimento.

Somos bombardeados em nosso cotidiano por tecnologias de base científica que criam uma representação social de “necessidades tecnológicas”, consideradas em sua maior parte como indutoras de melhoria da qualidade de vida. Tais tecnologias estão diretamente vinculadas a grupos que exercem o poder político e econômico que

consequentemente obrigam a população a consumirem tais tecnologias sem uma reflexão crítica acerca do objeto de consumo.

Formar cidadãos preparados para refletirem e apresentarem opinião crítica e construtiva acerca do uso dessas tecnologias é um dos objetivos do ensino por investigação sob abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA).

O movimento CTS surge no final da década de 1960 e início dos anos 70, como resposta crítica da sociedade e do meio acadêmico aos horrores e catástrofes ambientais provocados pela Guerra do Vietnã (1959-1975), Guerra Fria (1946-1991) e pelos testes nucleares no Oceano Pacífico (Atol de Bikini) e nos desertos da América do Norte que eram difundidos pela mídia. Tais críticas procuravam reformular a ideia de que desenvolvimentos científicos e tecnológicos estavam vinculados apenas ao bem estar social. Segundo Santos e Auler (2011), na década de 1990 devido aos crescentes estudos sobre os efeitos ambientais provocados pelo contexto sócio-histórico da relação ciência-tecnologia, foi acrescentado a letra A de ambiente à sigla CTS, passando dessa forma à denominação CTSA, embora ainda haja estudiosos que por uma questão de posicionamento político utilizem a sigla CTS.

Metodologicamente a educação CTSA enquadra-se na perspectiva de Ensino Por Pesquisa (EPP) que é uma metodologia de ensino plural que coloca o papel dos conteúdos de ensino a serviço da Educação em Ciência e não meramente da instrução. De acordo com essa metodologia, os conteúdos de ensino estão interligados aos interesses cotidianos e pessoais dos alunos, gerando maior motivação desses que passam a perceber os conteúdos como meios necessários ao exercício do pensar e a outras finalidades que não produtos acabados dos saberes. A informação que se procura é fruto da discussão dos alunos com ajuda do professor e menos de um processo curricular muito estruturado e cansativo. Os problemas discutidos em aula são de caráter aberto e com raízes e incidências sociais fortes, que pouco a pouco vão se delimitando para o exercício da pesquisa partilhada, quer intragrupal, quer intergrupalmente. Dessa forma o ensino CTSA valoriza contextos reais dos alunos, a aprendizagem de conceitos e dos processos decorre de situações problema cujas soluções se procuram alcançar. A aprendizagem dos conceitos e dos processos surge de uma necessidade sentida pelos alunos para encontrar respostas adequadas a tais situações. O ensino CTSA é de caráter inter e transdisciplinar, pois trabalha com problemas reais que necessitam da intervenção de domínios variados e complementares (CACHAPUZ, PRAIA & JORGE, 2002).

Dessa forma, o ensino CTSA se coaduna com os estudos de Freire (1987): os temas geradores estão relacionados com a problematização, por meio da reflexão realizada em grupo do tema do projeto, pois a partir daí, o diálogo se torna peça fundamental nesse processo e vai existir a possibilidade de modificações no âmbito da realidade abarcada pelo tema proposto.

A educação CTSA na escola é uma forma de integrar a tecnologia aos projetos interdisciplinares e conteúdos, visto que se a justificativa das práticas escolares é facilitada, além de implicar em novas referências aos de saberes e práticas. “Historicamente as disciplinas científicas do currículo escolar (Biologia, Física, Química) estariam mais propensas a integrar os objetivos formadores desse movimento.” (RICARDO, 2007).

Os trabalhos de pesquisa vinculados ao ensino por investigação mostram que os estudantes aprendem mais sobre ciências e desenvolvem melhor seus conhecimentos conceituais quando participam de investigações científicas, que são propostas aos alunos, com a finalidade de levá-los a pensar, debater, justificar suas ideias e aplicar seus conhecimentos em situações novas, usando seus conhecimentos teóricos.

A ciência química considera tanto a pesquisa como a tecnologia fontes de produção de saberes, além de ser referência dos saberes a ensinar. Pode também influenciar na elaboração dos programas de formação dos químicos e fazer incorporar as concepções do mundo do trabalho, com implicações no ensino da química. Enfim, uma educação CTSA, não esvazia a escola dos saberes teóricos, conceitos e modelos, nem os dilui em generalidades, ao contrário, exige maior aprofundamento dos temas escolhidos para estudo. Portanto, fica clara a utilização do ensino por investigação para ser incorporada à educação CTSA nas escolas, pois essa ainda não tem um espaço definido, basta as disciplinas assumirem novos encaminhamentos didáticos.

O tema escolhido foi o processo de produção do papel dada a sua importância sócio-histórica e pelo fato de sua produção estar diretamente vinculada ao equilíbrio ou desequilíbrio ambiental ou do ecossistema da região onde esta indústria se encontra.

A escola como centro de referência de formação e informação é um espaço de primordial importância para a realização de discussões acerca dos usos da ciência e da tecnologia e de suas implicações. O professor de Química é o protagonista que realizará a mediação desse processo, constituindo a sua experiência de

manipular matérias e substâncias em *práxis* (unidade entre teoria e prática) para colaborar na construção do conhecimento e da formação de cidadãos capazes de elaborar de forma crítica seus pensamentos acerca da tecnologia (FRANÇA, 2009).

A realização desse trabalho teve por pauta discutir questões que visam a resgatar conceitos de ciências e de tecnologia química, articulados aos aspectos ambientais e sociais, promovendo junto aos alunos um conhecimento crítico de uma ciência, promovendo cidadania ativa e proativa em alunos do Ensino Médio. Além deste objetivo mais abrangente, delimitaram-se os seguintes objetivos específicos:

- relacionar objeto da vida diária (o papel) como produto de reações químicas;
- investigar as variações de tipos de papéis e materiais produzidos com celulose no cotidiano;
- criar a consciência crítica de seu papel de cidadão, voltado à preservação do meio ambiente, focado no desmatamento e poluição.

2. Por que papel e celulose?

A relevância do tema e sua justificativa podem ser verificadas por meio da observação de artigos publicados como da autora CURI (2006) que abrange o tema celulose, enfocando o conceito de interações intermoleculares, como: interações de van der Waals, interação dipolo-dipolo, argumentando uma provável possibilidade de trabalhar esses conceitos por meio de experimentos simples empregando polímeros como papel. No entanto, a pesquisa não apresentou solução que o projeto experimental propunha. Observa-se que é necessário um diálogo entre estudante e o professor-mediador para vivenciar o fato do aluno aprender a estudar, o que estudar e para que estudar.

Foi com esse objetivo que Lameirão, Machado e Brasileiro (2009) abordaram o tema: ciclo de vida dos produtos, educação ambiental e ensino contextualizado. A química é um espaço privilegiado para a consideração de materiais, sua constituição, propriedades e transformações, os impactos ambientais e as relações de consumo.

Explicar e vivenciar por meio de experimentos os processos químicos que envolvem a transformação da celulose em papel e discutir as suas implicações sobre a sociedade e meio ambiente é importante para ampliar a consciência de jovens em relação às

transformações químicas dos materiais. Nesse trabalho, a defesa é em prol do ensino contextualizado, pois esse contribui poderosamente para a construção do conhecimento por despertar nos sujeitos de pesquisa o interesse pelo estudo. Uma das escolas escolhidas para o desenvolvimento desta pesquisa encontra-se em uma região em que há uma importante indústria de celulose. Saber interpretar as transformações químicas em nível macro e microscópico é a base da construção do conhecimento químico e o estudo proposto acerca do papel e da celulose deverá atender esses requisitos.

3. Metodologia

3.1 SUJEITOS DE PESQUISA

Os alunos da E.E.E.M.F. “Professor Manoel de Abreu”

A E.E.E. M.F. “Professor Manoel de Abreu” está localizada no bairro Bebedouro em Linhares, ES. Nessa escola estudam em média 2000 alunos. É uma escola classificada como escola polo de médio porte e, além do curso regular, oferta EJA (Educação de Jovens e Adultos) no período noturno. E está bem equipada com biblioteca e sala de informática, além de estar próxima de uma empresa de produção de celulose. Os 35 alunos sujeitos desta pesquisa frequentam o 1o ano do Ensino Médio, a faixa etária está entre 14 e 16 anos e estudam no período vespertino.

Os alunos da Escola Polivalente de Campo Grande

A Escola Polivalente de Campo Grande, localizada no bairro Campo Grande – Cariacica-ES oferece a modalidades Ensino Médio Regular e EJA e Ensino Regular no turno noturno. É uma escola pública considerada de grande porte, recentemente reformada, e atende a alunos de médio e pequeno poder aquisitivo. Bem localizada no município de Cariacica-ES, apresenta uma quantidade em torno de 3000 alunos e possui laboratórios de Ciências e Informática, biblioteca e quadra de esportes. A pesquisa foi realizada com alunos da turma de EJA do 3º ano, com 30 alunos na faixa etária de 18 a 45 anos.

3.2 PLANO DE AULA SOBRE PAPEL E CELULOSE

As atividades do projeto foram organizadas em 05 aulas de 60 minutos para as duas escolas. O material para realização dos experimentos foram cedidos gentilmente pela empresa Celulose S.A. As aulas foram organizadas como apresentado no quadro 1. A Figura 1 apresenta as etapas envolvidas na elaboração de um Projeto de Ensino por Investigação.



FIGURA 1: Estrutura de um projeto de Ensino por Investigação.

A seguir, no Quadro 1 apresenta-se a organização do projeto de ensino por investigação empregado nestas escolas.

QUADRO 1: Projeto de Ensino por Investigação

TEMA: CELULOSE E PAPEL
OBJETIVO
Promover a construção do conhecimento químico sobre transformação de materiais a partir da realização de atividades experimentais problematizadoras acerca da obtenção da celulose e produção de papel.
Exploração Didática
Situação Contextualizadora: Da madeira à confecção do papel
Aula 1 – O que é o papel?
Aula 2 – Observando as fibras de celulose
Aula 3 – Sensorial de papéis
Aula 4 – Observação da resistência à tração
Aula 5 – Absorção da água por capilaridade

OBS: O texto e as aulas encontram-se em Anexo 1.

Durante as aulas, os alunos produziram relatórios sobre as atividades propostas. Antes e depois das aulas foi aplicado um pré-teste/pós-teste composto de dez perguntas. A finalidade do uso do pré-teste/pós-teste foi de verificar se houve evolução conceitual dos

alunos no que se refere à origem do papel e a reflexão sobre causas e consequências da produção desse material na sociedade e no meio ambiente. Os relatórios pré-testes e pós-testes foram submetidos à Análise do Conteúdo (FRANCO, 2005). Análise do Conteúdo é um procedimento classificatório que utilizamos para agrupar as respostas dos alunos de forma a analisarmos suas respostas.

4. Resultados e discussão

4.1 RESULTADOS E DISCUSSÃO DO PRÉ-TESTE

A análise do pré-teste permitiu que fossem diagnosticadas as concepções prévias dos estudantes sobre papel, celulose, madeira, preservação da madeira, preservação da natureza e utilização dos recursos naturais que envolvem a fabricação do papel, além da compreensão sobre sustentabilidade e cidadania. Esse diagnóstico permitiu um melhor direcionamento na escolha das atividades que foram desenvolvidas.

TABELA 1. Respostas da pergunta 1 - O QUE É PAPEL? - Pré-teste.

CATEGORIAS	ALUNOS DE CARIACICA (%)	ALUNOS DE LINHARES (%)
Utilidade	22	29
Constituição	22	39
Material	27	10
Não sei	7	0
O branco	2	0
Origem Vegetal	20	14
Importância	0	8

Nessa questão percebeu-se que os alunos de Linhares e Cariacica fizeram as mesmas evocações para definir o que vinha a ser o papel. Dentre essas evocações os atributos a utilidade, constituição do papel e à sua característica material foram ligeiramente superiores em Linhares, ao passo que a evocação origem vegetal foi mais lembrada por alunos de Cariacica. Provavelmente essa ligeira diferença entre os dados se deve ao fato dos alunos de Linhares

morarem próximos de um importante centro produtor de celulose do estado do Espírito Santo (Aracruz). Porém o que está claro aqui nessa questão é que tanto os alunos de Linhares, quanto os de Cariacica pouco sabem sobre esse material de uso cotidiano. Observe na Tabela 2 exemplos das respostas dos alunos, no que se refere à questão 1 do questionário do pré-teste.

TABELA 2. EXEMPLOS - Respostas da pergunta 1 - Pré-teste.

ALUNOS DE CARIACICA	ALUNOS DE LINHARES
(A.3.5) É uma folha usada para escrever, para várias outras coisas também.	(A.1.1) É um instrumento que utilizamos para escrever e outras necessidades.
(A.3.26) O papel é um material produzido através da árvore.	(A.1.18) É feito por celulose, e serve para adquirir conhecimento, está presente no nosso cotidiano.

É notório que tanto os alunos de Linhares quanto os alunos de Cariacica só conhecem o papel pela sua dimensão utilitária e que muito pouco sabem sobre a sua constituição.

TABELA 3. Respostas da pergunta 2 – COMO É PRODUZIDO O PAPEL? – Pré-teste.

CATEGORIAS	ALUNOS DE CARIACICA (%)	ALUNOS DE LINHARES (%)
Celulose	23	42
Madeira	27	29
Produção	36	26
Utilização	7	0
Importância	0	3
Não sei	7	0

Nessa questão os alunos atribuíram mais a produção do papel diretamente à celulose e à madeira do que propriamente à forma de como é produzido o papel. Os alunos de Cariacica atribuíram mais explicações à forma de produção de papel que os de Linhares, o que reafirma novamente que os alunos de Linhares embora estejam próximos do centro produtor de papel pouco sabem sobre a sua produção. Observe na Tabela 4 exemplos das respostas dos alunos, no que se refere à questão 2 do questionário do pré-teste.

TABELA 4. EXEMPLOS - Respostas da pergunta 2 - Pré-teste.

ALUNOS DE CARIACICA	ALUNOS DE LINHARES
(A.3.1) O papel é produzido pelo processo de produtividade da madeira.	(A.1.2) Com a madeira que se passa por um processo até se transformar no papel.
(A.3.30) Como é produzido eu não sei, só sei que é feito da madeira.	(A.1.15) Através da madeira e celulose.

Os alunos de Cariacica demonstram nesses exemplos ter menos conhecimento básico da constituição e do processo de produção do papel. Provavelmente pelo fato de estarem situados à maior distância de uma fábrica de papel, dificultando as visitas e o interesse de futuramente trabalharem nesta empresa, ao contrário dos alunos de Linhares, por morarem perto de uma empresa de produção de celulose, detectam a possibilidade de emprego nesse setor.

TABELA 5. Respostas da pergunta 3 – COMO SERIA A VIDA SEM O PAPEL? – Pré-teste.

CATEGORIAS	ALUNOS DE CARIACICA (%)	ALUNOS DE LINHARES (%)
Péssimo	34	28
Dificuldades	35	46
Alternativa	7	5
Utilização	22	21
Não sei	2	0

Observa-se que na pergunta 3 do pré-teste, apresentada na Tabela 5, os alunos procuraram demonstrar em suas respostas como são dependentes do papel em vida social, pois a maioria descreveu e a vida sem papel nas categorias de “péssimo”, “dificuldades” e “utilização”. Os alunos de Linhares fixaram-se na evocação “dificuldades”, enquanto que os alunos de Cariacica obtiveram uma frequência distribuída nas categorias “péssimo” e “dificuldades”. Os alunos na categoria “utilização” demonstraram a preocupação ambiental com o uso do papel, nos dois municípios.

TABELA 6. EXEMPLOS - Respostas da pergunta 3 - Pré-teste.

ALUNOS DE CARIACICA	ALUNOS DE LINHARES
(A.3.1) A vida seria muito difícil.	(A.1.28) Seria ruim, pois, não teria como escrever, anotar coisas importantes, não teria livro didático não teria dinheiro e etc..
(A.3.8) Complicado, porque dependemos de papel higiênico, guardanapo e etc.	(A.1.14) A vida sem o papel seria sem leis e sem poemas.

Nessa tabela de exemplos, podemos perceber as dificuldades para os alunos de Cariacica e de Linhares se não houvesse o papel no cotidiano deles. Eles não conseguiram visualizar alternativas para o problema levantado.

TABELA 7. Respostas da pergunta 4 - O QUE É CELULOSE? - Pré-teste.

CATEGORIAS	ALUNOS DE CARIACICA (%)	ALUNOS DE LINHARES (%)
Fibras	30	38
Constituição	49	50
Utilidade	15	12
Não sei	6	0

Nesta pergunta os alunos enfocaram a categoria “fibras” e suas grandes preocupações foram as categorias “constituição” da celulose para os alunos de ambos os municípios.

TABELA 8. EXEMPLOS - Respostas da pergunta 4 - Pré-teste.

ALUNOS DE CARIACICA	ALUNOS DE LINHARES
(A.3.1) Celulose é uma substância que vem da madeira.	(A.1.6) É uma parte da madeira que é produzido o papel.
(A.3.13) É uma fibra extraída de um certo tipo de arvores	(A.1.35) É uma parte da madeira utilizada para se produzir papel.

Na tabela de exemplos da pergunta 4, ficou registrado tanto nos exemplos de Cariacica, como nos exemplos de Linhares, que houve uma associação de celulose à madeira. O que ficou claro é que os alunos desconhecem a constituição da celulose.

TABELA 9. Respostas da pergunta 5 - QUAIS SÃO OS TIPOS DE FIBRA QUE EXISTEM? – Pré-teste.

CATEGORIAS	ALUNOS DE CARIACICA (%)	ALUNOS DE LINHARES (%)
Fibras Orgânicas	58	6
Fibras Óticas	11	0
Classificação	17	3
Não sei	14	91

Observa-se que a categoria “fibras orgânicas” está em evidência para os alunos de Cariacica em virtude de estarem cursando os anos finais do Ensino Médio, enquanto a categoria “não sei” está em evidência em Linhares, porque os alunos estão cursando o primeiro ano do Ensino Médio e não obtiveram ainda os conhecimentos da química orgânica.

TABELA 10. EXEMPLOS - Respostas da pergunta 5 – Pré-teste.

ALUNOS DE CARIACICA	ALUNOS DE LINHARES
(A.3.20) Fibra de carbono, fibra ótica, fibra de papel.	(A.1.33) Fibra de papelão e de seda.
(A.3.3) Várias, da bananeira, da palmeira, da taboa, etc.	(A.1.14) É feita de fibras da celulose do eucalipto.

Os exemplos da Tabela 10 nos mostram que os alunos não têm conhecimento básico sobre o tema pois apresentam apenas concepções sobre o que foi exposto.

TABELA 11. Respostas da pergunta 6 - QUAIS SÃO AS DIFERENÇAS ENTRE AS FIBRAS? – Pré-teste.

CATEGORIAS	ALUNOS DE CARIACICA (%)	ALUNOS DE LINHARES (%)
Fibras Vegetais	15	0
Composição	6	0
Classificação	9	6
Utilidades	12	0
Fibras Elásticas	9	0
Não sei	49	94

Nota-se que os alunos de Linhares assumiram desconhecer as diferenças entre as fibras (94%).

TABELA 12. EXEMPLOS - Respostas da pergunta 6 – Pré-teste.

ALUNOS DE CARIACICA	ALUNOS DE LINHARES
(A.3.2) A fibra de papel é a menos resistente e a de plástico é mais resistente.	(A.1.25) Fibras são pouco resistentes no papel.
(A.3.13) Umas são de comer outras para fazer objetos como papel.	(A.1.33) As fibras constituem a celulose.

Pelos exemplos dados pelos alunos tanto do município de Cariacica, como de Linhares, pode-se perceber que esses não tiveram ainda, a oportunidade de compreender esse tipo de classificação.

TABELA 13. Respostas da pergunta 7 - QUAL É A IMPORTÂNCIA AMBIENTAL DO PAPEL? – Pré-teste.

CATEGORIAS	ALUNOS DE CARIACICA (%)	ALUNOS DE LINHARES (%)
Ambiente	18	6
Preservação	15	9
Utilização	26	44
Conscientização	20	41
Não sei	21	0

Nas respostas da pergunta, os alunos de Cariacica enfocaram mais a “utilização”, comentando a sua importância. Enquanto os alunos de Linhares focaram a categoria “utilização”, porém com menor preocupação na categoria “meio ambiente”.

TABELA 14. EXEMPLOS - Respostas da pergunta 7 – Pré-teste.

ALUNOS DE CARIACICA	ALUNOS DE LINHARES
(A.3.11) Não desperdiçar muito papel.	(A.1.5) Ser utilizado conscientemente e com economia.
(A.3.1) O mesmo se decompõe mais rápido e não agride a natureza.	(A.1.20) O papel deve ser reciclado para ser usado.

Pode-se observar que os alunos de Cariacica possuem preocupação acerca do uso consciente do papel e a utilização de reciclagem, assim como os alunos de Linhares.

TABELA 15. Respostas da pergunta 8 - QUAL A RELAÇÃO ENTRE USO EXCESSIVO DO PAPEL E DESMATAR? – Pré-teste.

CATEGORIAS	ALUNOS DE CARIACICA (%)	ALUNOS DE LINHARES (%)
Desmatamento	46	37
Preservação	16	12
Eucalipto	4	35
Consequências	29	15
Não sei	5	1

Nas duas escolas, nos municípios de Cariacica e Linhares, a categoria “desmatamento” foi a mais comentada, porém os alunos de Cariacica centraram-se mais nas consequências do desmatamento, visando à sustentabilidade. Os alunos de Linhares comentaram mais o uso do eucalipto, já que estão próximos das plantações de eucalipto na região onde moram.

TABELA 16. EXEMPLOS - Respostas da pergunta 8 – Pré-teste.

ALUNOS DE CARIACICA	ALUNOS DE LINHARES
(A.3.5) Quanto mais se usa papel mais desmatamento haverá.	(A.1.7) O desmatamento coloca poluição do solo devido ao mau uso do papel.
(A.3.1) Nenhuma, pois pode utilizar madeira como o eucalipto como matéria prima sem precisar utilizar do desmatamento.	(A.1.11) Quanto mais você usar e desperdiçar o papel, mais desmatamento irá ocorrer.

Nos exemplos dos alunos de Cariacica foram usadas as categorias desmatamento e eucalipto, enquanto os alunos de Linhares utilizaram-se mais as categorias “poluição”, “desmatamento” e “desperdício”, o que nos mostra sua preocupação com o meio ambiente.

TABELA 17. Respostas da pergunta 9 - RELACIONE POLUIÇÃO E PAPEL.
- Pré-teste.

CATEGORIAS	ALUNOS DE CARIACICA (%)	ALUNOS DE LINHARES (%)
Ambiente	57	84
Utilização	10	13
Papel	29	3
Não sei	4	0

Nessas categorias, é notório que os alunos de Linhares, relacionam mais poluição com meio ambiente que os alunos de Cariacica, devido à realidade do seu cotidiano.

TABELA 18. EXEMPLOS - Respostas da pergunta 9 - Pré-teste.

ALUNOS DE CARIACICA	ALUNOS DE LINHARES
(A.3.7) O papel jogado nas florestas, cidades contribui com a poluição do nosso planeta.	(A.1.19) A queima de papel causa a poluição e se jogarmos em rios e lagos também estará poluindo a água.
(A.3.3) O papel não reciclado e jogado em vias públicas gera total poluição ambiental e visual.	(A.1.29) O papel deve ser reciclado, e nós não podemos jogar ele no solo, pois estamos ajudando a poluir o ambiente.

Na tabela de exemplos fica claro os conhecimentos básicos previamente obtidos nas aulas de educação ambiental que foram ministradas em ambos os municípios.

TABELA 19. Respostas da pergunta 10 - QUAL É A RELAÇÃO ENTRE SER CIDADÃO E O USO CONSCIENTE DO PAPEL? - Pré-teste.

CATEGORIAS	ALUNOS DE CARIACICA (%)	ALUNOS DE LINHARES (%)
Cidadania	54	54
Reciclagem	16	19
Sustentabilidade	26	25
Não sei	4	2

Na questão número 10, tanto os alunos de Cariacica, quanto os de Linhares visaram mais a categoria “cidadania”, a outras categorias. Também se preocuparam foram a “sustentabilidade” e a “reciclagem”, sendo que os alunos de Linhares se preocuparam mais com a reciclagem. Nota-se que se preocuparam mais com os direitos e deveres do cidadão do que com o meio ambiente.

TABELA 20. EXEMPLOS - Respostas da pergunta 10 – Pré-teste.

ALUNOS DE CARIACICA	ALUNOS DE LINHARES
(A.3.22) Se cidadão é usar papel corretamente sem jogar lixo na rua e a produção corretamente.	(A.1.4) Se usarmos o papel de maneira consciente, podemos salvar milhões de arvores do desmatamento.
(A.3.16) Manter natureza sempre viva e não fazer sujeira na cidade.	(A.1.6) Usar os dois lados do papel e reaproveita-los para fazer outra coisa é ser um cidadão consciente.

O senso do bem-comum que é exercido na cidadania fica bem observável nos exemplos dados pelos alunos de Cariacica e de Linhares.

4.2 O MOMENTO DA REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS.

Nas atividades experimentais foi possível observar como os alunos estavam curiosos e reagiram com abertura e motivação, à tentativa de assimilar os novos conceitos. Para tanto, questionaram sobre os conhecimentos de fibras longas e curtas, procurando entender ao máximo, como é possível observar por meio da Figura 2.



FIGURA 2:
Alunos em aula de observação das fibras de papel.

A interação entre os alunos e o conhecimento foi positiva, pois procuraram sentir as texturas dos materiais e demonstraram interesse em olhar no microscópio as fibras, conforme representam as Figuras 3 e 4.



FIGURA 3:
Aluna observando as fibras.



FIGURA 4:
Aluno observando as fibras.

Nas práticas foi relatado, pelos pesquisadores e debatido nos grupos, a maneira como a indústria de celulose e papel produz influencia o meio ambiente, destacando os benefícios e malefícios que suas ações trazem a esse. Florestas plantadas para fins comerciais devem ser bem acompanhadas e manejadas, pois podem ter impactos sobre o ciclo da água, nutrientes do solo e equilíbrio ecológico de uma região como um todo. As Figuras 5, 6 e 7 mostram os alunos e professores executando algumas atividades propostas nesse projeto.



FIGURA 5:
Pesquisadores realizando
as aulas experimentais.



FIGURA 6:
Pesquisadores realizando
as aulas experimentais.



FIGURA 7:
Alunos respondendo
o questionário pós-teste.

Foi observado que o trabalho motivou os alunos a conhecerem mais sobre o tema “Celulose e papel”. As atividades propostas, além de conscientizá-los da importância da reciclagem e uso consciente do papel, podem torná-los cidadãos de fato, que sabem dos seus direitos e deveres, sabendo como agir diante do dever de poluir menos e o direito de ter uma cidade mais limpa de lixo e mais autossustentável.

Em seguida, são apresentados os dados do questionário do pós-teste, para elucidar as mudanças de representações sociais dos sujeitos, a partir das atividades realizadas e os debates. Depois, foram estabelecidas comparações entre os dados dos questionários de pré e pós-teste, para elaborar um conhecimento resumido das mudanças observadas nas concepções dos alunos.

Após a realização das aulas, foi aplicado o questionário de pós-teste, com as mesmas perguntas que estavam no pré-teste.

As Tabelas de 21 a 40 apresentam os dados dos questionários do pós-teste.

TABELA 21. Respostas da pergunta 1 - O QUE É PAPEL? – Pós-teste.

CATEGORIAS	ALUNOS DE CARIACICA (%)	ALUNOS DE LINHARES (%)
Utilidade	6	0
Constituição	39	97
Material	0	0
Não sei	0	0
O branco	0	0
Origem vegetal	55	3
Importância	0	0

Na questão 1 do pós-teste, nota-se que os alunos de Cariacica, em sua maioria, definiram o papel como de origem vegetal e em segundo lugar, escolheram definir por meio da descrição da constituição do papel. Já os alunos de Linhares, em sua maioria definiram papel por meio da descrição da constituição do papel.

TABELA 22. EXEMPLOS - Respostas da pergunta 1 – Pós-teste.

ALUNOS DE CARIACICA	ALUNOS DE LINHARES
(A.3.1) Um derivado da celulose.	(A.1.4) São os conjuntos de fibras.
(A.3.18) São fibras juntas uma em cima da outra.	(A.1.12) E o produto obtido da celulose é conjunto de fibra.

É satisfatório o nível de exemplos dados pelos alunos de ambos os municípios, pois responderam com termos técnicos adquiridos durante o período de experimentação, demonstrando a motivação gerada e mantida pelas aulas experimentais. Isso significa que houve apropriação de alguns vocábulos da linguagem química.

O domínio da linguagem química serve para o desenvolvimento de competências e habilidades referentes ao estabelecimento de relações lógico-empíricas, lógico-formais, hipotético-lógicas e de raciocínio proporcional. Este desenvolvimento não é possível com a mera memorização de algoritmos e “regrinhas” (MEC, 1999).

TABELA 23. Respostas da pergunta 2 – COMO É PRODUZIDO O PAPEL? – Pós-teste.

CATEGORIAS	ALUNOS DE CARIACICA (%)	ALUNOS DE LINHARES (%)
Celulose	34	27
Madeira	0	32
Produção	30	30
Utilização	29	0
Importância	0	1
Não sei	7	0

Na Tabela 23, podemos observar as respostas da questão 2, em que os alunos do município de Cariacica, em sua maioria, escolheram que constituição do papel que é a celulose, enquanto os alunos de Linhares se preocuparam com a origem vegetal do papel que é a categoria “madeira”, em segundo lugar fica claro a preocupação do alunos com o processo de produção do papel em Cariacica e em Linhares. A categoria “utilização” foi apontada pelos alunos de Cariacica, mostrando a preocupação desses com a boa utilização do papel.

TABELA 24. EXEMPLOS - Respostas da pergunta 2 – Pós-teste.

ALUNOS DE CARIACICA	ALUNOS DE LINHARES
(A.3.9) Cortam as árvores em pequenos pedaços, tiram a lignina e fica a celulose.	(A.1.2) A celulose do papel passa por um processo que forma uma massa que ao ser prensada, vira papel.
(A.3.13) Pegam as árvores e cortam, depois picam e passam por vários processos para tirar a celulose para vender e fazer papel.	(A.1.11) Da madeira é extraída a polpa marrom e da polpa marrom é extraída a polpa branca (folha de celulose).

Os alunos participaram do processo de obtenção de papel a partir de todo o processo industrial esclarecido, juntamente com a aula experimental da extração da madeira, da polpa marrom até a polpa branca.

TABELA 25. Respostas da pergunta 3 – COMO SERIA A VIDA SEM O PAPEL? – Pós-teste.

CATEGORIAS	ALUNOS DE CARIACICA (%)	ALUNOS DE LINHARES (%)
Péssimo	48	24
Dificuldade	47	49
Alternativa	5	0
Utilização	0	22
Não sei	0	0

Os alunos de ambos os municípios foram muito atenciosos ao analisar suas próprias reflexões em como seria a vida sem o papel, e assim puderam comprovar sua própria dependência dessa matéria que presta tantos e variados serviços ao ser humano no cotidiano, entendendo as dificuldades inúmeras que eles teriam nessa situação. Os alunos no município de Linhares fizeram suas análises com base também na utilidade prestada pelo papel ao homem.

TABELA 26. EXEMPLOS - Respostas da pergunta 2 – Pós-teste.

ALUNOS DE CARIACICA	ALUNOS DE LINHARES
(A.3.1) Complicada, usamos o papel para praticamente tudo.	(A.1.2) Seria complicado porque nós precisamos do papel toda hora.
(A.3.14) Ruim, pois não teríamos onde escrever a não ser na madeira.	(A.1.14) A vida sem o papel dificultaria na escrita, pois não teria onde escrever seria muito ruim etc.

Nos exemplos dados acima, fica claro o esclarecimento da importância de entendermos o mais que pudermos sobre esse grande aliado do conhecimento do homem.

TABELA 27. Respostas da pergunta 4 - O QUE É CELULOSE? – Pós-teste.

CATEGORIAS	ALUNOS DE CARIACICA (%)	ALUNOS DE LINHARES (%)
Fibras	38	63
Polímero	28	0
Utilidade	34	37
Não sei	0	0

Nota-se que os alunos do município de Linhares, como também os de Cariacica demonstram ter aprendido sobre o polímero da celulose e sua constituição de fibras, além de terem evocado também a utilidade do papel.

TABELA 28. EXEMPLOS - Respostas da pergunta 4 – Pós-teste.

ALUNOS DE CARIACICA	ALUNOS DE LINHARES
(A.3.6) É um tipo de carboidrato que produz papel.	(A.1.24) É o tipo de amido e carboidrato que produz o papel.
(A.3.11) Fibra branqueada da madeira.	(A.1.30) Material extraído das árvores.

Os exemplos citados acima deixam claro o envolvimento, atenção e motivação que levaram ao aprendizado básico da constituição do papel.

TABELA 29. Respostas da pergunta 5 - QUAIS SÃO OS TIPOS DE FIBRAS QUE EXISTEM- Pós-teste.

CATEGORIAS	ALUNOS DE CARIACICA (%)	ALUNOS DE LINHARES (%)
Fibras orgânicas	78	100
Fibras óticas	0	0
Classificação	15	0
Não sei	7	0

Nota-se que na Tabela 29, que a maioria dos alunos de ambos os municípios, obtiveram suas respostas adequadas, mediante ao material exposto para estudo, indicando que ao verem as fibras (curtas e longas) no microscópio puderam fixar o aprendizado e se expressar corretamente nas respostas.

TABELA 30. EXEMPLOS - Respostas da pergunta 5 – Pós-teste.

ALUNOS DE CARIACICA	ALUNOS DE LINHARES
(A.3.2) Fibra curta e fibra longa.	(A.1.6) Fibra curta, fibra longa.
(A.3.19) Fibra curta de 1 a 2 mm e fibra longa de 3 a 7 mm.	(A.1.30) Fibra curta e fibra longa formam a celulose.

Vemos aqui suas respostas, mais coerentes e corretas de acordo com o que lhes foi ensinado, pois até então eles não tinham ideia que existiam fibras de papel e celulose com comprimentos diferentes.

TABELA 31. Respostas da pergunta 6 - QUAIS SÃO AS DIFERENÇAS ENTRE AS FIBRAS? – Pós-teste.

CATEGORIAS	ALUNOS DE CARIACICA (%)	ALUNOS DE LINHARES (%)
Fibras vegetais	0	0
Composição	0	0
Classificação	88	100
Utilidades	0	0
Fibras elásticas	0	0
Não sei	12	0

Após verem os dois tipos de fibras (curta e longa) no microscópio, os alunos tanto de Cariacica, quanto de Linhares, conseguiram assimilar o item estudado e responder corretamente.

TABELA 32. EXEMPLOS - Respostas da pergunta 6 – Pós-teste.

ALUNOS DE CARIACICA	ALUNOS DE LINHARES
(A.3.6) Que a curta e mais fácil de rasgar e a longa e mais difícil de rasgar.	(A.1.4) A diferença consiste no comprimento.
(A.3.14) A curta de 1 a 2 mm e fibra longa de 3 a 7 mm.	(A.1.11) É que a fibra longa é mais resistente que a fibra curta.

Vemos aqui que os alunos das duas escolas assimilaram bem o experimento e viram que a celulose e o papel de fibra longa são mais resistentes que os de fibra curta.

TABELA 33. Respostas da pergunta 7 - QUAL É A IMPORTÂNCIA AMBIENTAL DO PAPEL? – Pós-teste.

CATEGORIAS	ALUNOS DE CARIACICA (%)	ALUNOS DE LINHARES (%)
Ambiente	9	21
Preservação	36	23
Utilização	24	15
Conscientização	27	35
Não sei	4	0

Observa-se na Tabela 33 que os dois grupos de alunos foram mais frequentes em responder nas categorias “preservação”, “utilização” e “conscientização”. No entanto, o grupo do município de Cariacica enfatizou a categoria “preservação” do meio ambiente, enquanto que o grupo do município de Linhares enfatizou a categoria “conscientização”. Atribui-se esses resultados aos trabalhos ambientais desenvolvidos nos dois municípios.

TABELA 34. EXEMPLOS - Respostas da pergunta 7 – Pós-teste.

ALUNOS DE CARIACICA	ALUNOS DE LINHARES
(A.3.11) É importante, pois se pode usá-lo novamente e não polui.	(A.1.6) Qualidade de vida melhor com menos poluição.
(A.3.13) Seria difícil para estudar, escrever leis e tudo que se usa papel.	(A.1.35) É muito importante fazer a reciclagem do papel para poluir menos.

Os exemplos demonstram a intimidade dos alunos com os termos específicos da educação ambiental que obtiveram.

TABELA 35. Respostas da pergunta 8 - QUAL A RELAÇÃO ENTRE USO EXCESSIVO DO PAPEL E DESMATAR? – Pós-teste.

CATEGORIAS	ALUNOS DE CARIACICA (%)	ALUNOS DE LINHARES (%)
Desmatamento	64	47
Preservação	16	5
Eucalipto	4	22
Consequência	16	26
Não sei	0	0

Na Tabela 34, percebe-se que a categoria “desmatamento” foi a mais frequente em ambos os grupos de alunos. Porém houve a percepção da preocupação com as consequências desse desmatamento em virtude da conscientização já obtida com os alunos de ambos os municípios.

TABELA 36. EXEMPLOS - Respostas da pergunta 8 – Pós-teste.

ALUNOS DE CARIACICA	ALUNOS DE LINHARES
(A.3.3) Se você usar o papel demais muitas árvores vão ser desmatadas.	(A.1.30) A retirada excessiva dos eucaliptos e outras arvores contribui para o desmatamento.
(A.3.14) A relação é que você usa o papel e retira da natureza só que desmata as árvores.	(A.1.8) É que quanto mais papel a gente usar mais arvores morreram.

Os exemplos mostram que os dois grupos de alunos estão preocupados com a desertificação que pode vir a ocorrer em virtude das notícias veiculadas na mídia sobre desmatamentos legais, porém imorais que não convencem pela conscientização ambiental, a qual antagoniza essas informações que eles obtêm por meio de textos trabalhados em semana de meio ambiente, nas aulas disciplina Biologia, internet e outros.

TABELA 37. Respostas da pergunta 9 - RELACIONE POLUIÇÃO E PAPEL. – Pós-teste.

CATEGORIAS	ALUNOS DE CARIACICA (%)	ALUNOS DE LINHARES (%)
Ambiente	51	32
Utilização	30	5
Papel	19	63
Não sei	0	0

Na Tabela 37, os alunos relacionaram a poluição ao papel de pontos de vista diferentes. O grupo de alunos do município de Cariacica enfatizou a categoria “ambiente”, seguido da forma de “utilização” do papel, enquanto o grupo de alunos do município de Linhares enfatizou a questão da poluição do papel em relação ao solo e as águas.

TABELA 38. EXEMPLOS - Respostas da pergunta 9 – Pós-teste.

ALUNOS DE CARIACICA	ALUNOS DE LINHARES
(A.3.7) Jogando papel pela rua das cidades polui nosso planeta.	(A.1.2) Ao jogar o papel no chão vai poluir o ambiente.
(A.3.12) Temos que ser mais conscientes e descartar melhor nosso lixo.	(A.1.24) O papel se for mal utilizado pode causa poluição em nosso planeta.

Nota-se nos exemplos que enquanto os alunos de Cariacica se preocupam com o destino adequado do lixo, devido a sua realidade urbana, o grupo de alunos de Linhares, preocupou-se mais com a poluição do solo e das águas, devido a ação dos metais pesados que vêm de várias origens, sendo uma delas, dos defensivos agrícolas, das tintas que possuem metais pesados e outros.

TABELA 39. Respostas da pergunta 10 - QUAL É A RELAÇÃO ENTRE SER CIDADÃO E O USO CONSCIENTE DO PAPEL? – Pós-teste.

CATEGORIAS	ALUNOS DE CARIACICA (%)	ALUNOS DE LINHARES (%)
Cidadania	16	30
Reciclagem	44	36
Sustentabilidade	40	34
Não sei	0	0

Observa-se na Tabela 39 que os alunos exercitam a sua cidadania e o uso consciente do papel em suas respostas, escolhendo as categorias reciclagem e sustentabilidade que podem trazer ao longo prazo a recuperação das vastas áreas devastadas, assim como, trazer recursos próprios para as comunidades que vivem em florestas e no entorno de rios e lagoas.

TABELA 40. EXEMPLOS - Respostas da pergunta 10 – Pós-teste.

ALUNOS DE CARIACICA	ALUNOS DE LINHARES
(A.3.6) devemos gastar menos papel e colocar no lixo correto para descartar.	(A.1.7) O cidadão deve usar o papel sem desperdiçar.
(A.3.26) Temos que usar o papel corretamente e reciclar ele.	(A.1.3) Ser cidadão é ter consciência de como usar o papel e reciclar.

Fica claro que os alunos, pelas respostas dadas acima, fazem uma relação conveniente entre cidadania, poluição e reciclagem, entendendo a necessidade de novas alternativas serem buscadas para reutilizar materiais e preservar a natureza para os futuros habitantes do nosso planeta.

Comparando o questionário do pré-teste com o do pós-teste da Escola de Ensino Fundamental e Médio “Professor Manoel Abreu” de Bebedouro-Linhares/ES, observou-se que o entendimento do que é celulose aumentou 39% para 97% constituindo um dado significativo. Houve também um bom esclarecimento sobre como é produzido o papel na ordem de 30%. Os alunos optaram mais pela categoria dificuldade, após a aula de observação das fibras, em lugar de considerar a categoria ruim como resposta a pergunta “Como seria a vida sem papel?”.

Em outro questionamento, na primeira etapa com relação à questão “Relacione poluição e papel,” a opinião dada foi de que o papel polui muito, e foi mantida a mesma resposta na segunda etapa.

Foi interessante perceber que as respostas dadas à pergunta “Qual é a relação entre ser cidadão e o uso consciente do papel?”, os alunos optaram pela categoria prevenção na primeira e segunda etapa. Isso sinaliza que o trabalho que foi desenvolvido no Ensino Fundamental nas aulas de Ciências, alcançou êxito nesse item.

De posse dessas comparações observa-se que as atividades realizadas foram consideradas positivas, permitindo refletir, esclarecer e aumentar o conhecimento dos alunos com base na educação CTSA, sendo possível traçar um perfil de representação social para esses alunos.

Um exemplo é o aluno A.1.3 que na questão nº 10 – “Qual é a relação entre ser cidadão e o uso consciente do papel?”, no questionário do pré-teste, respondeu: “Não jogar papel nas ruas, não rasgar papeis.” E no questionário do pós-teste, respondeu: “Ser cidadão é fazer o bem, e ter consciência de como usar o papel”. Evidenciando melhora da habilidade de expressar suas opiniões e defender as suas ideias.

Outro exemplo é o aluno A.1.16 que na questão nº 2 – “Como é produzido o papel?”, no questionário do pré-teste, respondeu: “Produzido de celulose e madeira.” E no questionário do pós-teste, respondeu: “As árvores são cortadas e passadas no digestor e extrai a lignina.” É possível observar que ele fixou esse novo conhecimento, aumentando seu vocabulário em termos técnicos e na escrita.

Nos relatórios dos alunos pode-se observar, também, uma evidente melhoria no vocabulário e na capacidade de escrita e argumentação. Notou-se que houve um aumento do censo crítico na questão do uso do papel, constituição, produção, utilização e conscientização da importância da reciclagem, desenvolvendo um olhar crítico na vivência em sociedade.

5. Conclusão

Ao trabalhar com uma educação mais ativa, objetiva e utilizando atividades adequadas para formar valores e atitudes que permitam ao aluno participarem mais ativamente dos problemas que fazem parte da sua realidade na comunidade em que está inserido as atividades de Química, ele estará de uma forma rompendo as barreiras do ensino conteudista tradicional, aumentando suas habilidades e competências, passando a ter uma visão mais crítica sobre fatos e problemas do seu cotidiano. E a função do professor é, sem dúvida, promover as novas necessidades aos alunos de hoje, que interagem de maneira muito rápida nos diferentes meios sociais, em que o professor é mais flexível às constantes mudanças de plano de ensino, independente do que foi planejado previamente, por meio do estímulo às discussões relacionadas às mudanças de atitudes dos alunos, tornando-os comprometidos para desenvolver uma cidadania plena.

6. Referências

AULER, D. *Alfabetização Científico-Tecnológica: um novo “paradigma”?*.

BRACELPA, Associação Brasileira de Celulose e Papel. *Dados do setor*. Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br/bra2/sites/default/files/estatisticas/booklet.pdf>>.

CHASSOT, Attico. *Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social*. Revista Brasileira de Educação, Rio de Janeiro, n. 22, p. 90-100, Jan.-Apr. 2003.

CURI, Denise.; *Polímeros e interações intermoleculares*. Rev. Química Nova na Escola. 2006. N. 23. Maiot.

Dicionário Enciclopédico das Ciências e Linguagens. São Paulo. Editora Perspectiva, 1972.

ENSAIO Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 5, n. 1, p.1-16, mar. 2003.

FOELKEL, C.E.B. *O processo de separação das fibras*. In *Química dos Processos de Produção de Celulose*. TEC 331: T-7.. CENIBRA UFV. 11 pp. (1977) Disponível em: <http://www.celsofoelkel.com.br/artigos/ufv/03.%20Qu%EDmica%20dos%20Processos%20de%20Pro%20du%20ao%20de%20Celulose.%201977.1979.pdf>

FRANCO, Maria Laura Puglisi Barbosa. *Análise de conteúdo*. 2. ed. Brasília: Liber Livro Editora, 2005

FRANÇA, Cristiane Maria.; *Aspectos da formação do professor na mediação pedagógica na utilização das tecnologias da informação e comunicação na escolarização hospitalar*. 2009. Disponível em: <http://www.cerelepe.faced.ufba.br/arquivos/fotos/143/formacao-tic.pdf>>. Acesso em: 03 de mai. de 2013.

GIL, Antônio Carlos. *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. São Paulo: Editora Atlas, 1991.

LAMEIRÃO, Alfredo Luis Martins Mateus; MACHADO, Andréa Horta; BRASILEIRO, Lilian Borges.; *Articulação de conceitos químicos em um contexto ambiental por meio do estudo do ciclo de vida de produtos*. Rev. Química Nova na Escola. 2009. V. 31. N. 4. Nov.

RICARDO, Elio Carlos. *Educação CTSA: obstáculos e possibilidades para sua implementação no contexto escolar*. Ciência & Ensino, 2007. v.1. Disponível em: <http://prc.ifsp.edu.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/download/160/113>>. Acesso em: 16 de jun. de 2013.

SANTAELLA, Lucia. *Comunicação e Pesquisa: Projetos para mestrado e doutorado*. São Paulo: Hacker editores, 2001.

SEVERINO, Antônio Joaquim. *Metodologia do trabalho científico*. São Paulo: Cortez, 2002. 22 ed. rev.

SILVA, Juremir Machado. *O Método 4: As ideias, habitat, vida, costumes, organização*. Porto Alegre: Editora Sulina. 2001. 2 ed.

7. Anexos

ANEXO 1 – PROJETO DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Tema: Celulose e Papel

Objetivo: Promover a construção do conhecimento químico sobre transformação de materiais a partir da realização de atividades experimentais problematizadoras acerca da obtenção da celulose e produção de papel.

3.3.1 – Exploração Didática

Situação Contextualizadora – Texto: Da madeira à confecção do papel A madeira é um biopolímero formado por celulose, hemicelulose e lignina, além de outros componentes químicos inorgânicos. A madeira utilizada para produzir celulose e papel pode vir de várias fontes, destacando-se para a produção de fibras longas as madeiras de árvores coníferas e para a produção de fibras curtas as árvores folhosas.

A maior parte dos carboidratos da madeira é constituída por celulose e hemicelulose e pouca quantidade de outros açúcares. A celulose é o componente químico majoritário na madeira. Trata-se de um polímero linear de alto peso molecular, constituído por unidades monoméricas de β -D-glucose. DUEÑAS (1997) relata que a natureza hidrofílica da celulose desempenha um papel importante já que a fabricação do papel ocorre em meio aquoso. As fibras celulósicas absorvem água rapidamente e se dispersam com facilidade em suspensão aquosa. Quando as fibras úmidas se juntam durante a formação da folha, as ligações ocorrem por atração polar das moléculas de água entre si e os grupos OH (hidroxila) da celulose na superfície da fibra. Quando a água é evaporada, os grupos OH superficiais ligam-se por meio de ligações eletrostáticas (ligações de hidrogênio).

As moléculas de lignina são constituídas por um sistema aromático composto de unidades de fenil-propano (BIERMANN, 1996; DUEÑAS, 1997). A lignina é uma substância amorfa localizada principalmente na lamela média, bem como na parede secundária do tronco da árvore. Durante o desenvolvimento das células, a lignina é incorporada como o último componente na parede, interpenetrando as fibrilas e assim fortalecendo e enrijecendo as paredes celulares (IPT, 1988; FENGEL e WEGENER, 1989). Além da holocelulose e lignina existem diversas outras substâncias nos vegetais que variam de

maneira notável entre as diferentes espécies. Os extrativos ou materiais acidentais são, frequentemente, responsáveis por determinadas características como cor, cheiro, resistência natural ao apodrecimento, gosto e propriedades abrasivas da madeira (IPT, 1988).

Os compostos extraíveis são geralmente caracterizados por terpenos, compostos alifáticos e compostos fenólicos quando presentes. Os extrativos são compostos químicos presentes em pequena quantidade na madeira e são extraídos mediante a sua solubilização em solventes. Podem ser quantificados e isolados com o propósito de um exame detalhado da estrutura e composição da madeira (FENGEL e WEGENER, 1989; DUEÑAS, 1997).

O papel é essencialmente uma matriz de fibras de celulose interligadas que formam uma folha produzida por meio da drenagem de uma suspensão de fibras em água numa malha de rede.

No processo de manufatura podem ser adicionados às fibras outros materiais para formar as folhas de papel, como cargas (inorgânicos), pigmentos, corantes e adesivos.

Embora possam ser utilizados os mais diversos materiais fibrosos para fazer papel, este é principalmente feito de fibras vegetais, tais como o linho, o algodão, madeira, palha ou amoreira, que são ricos em celulose.

Difícil imaginar como seria a vida sem o papel, já que este é um dos materiais mais importantes e versáteis que se conhece e suas propriedades químicas e físico-mecânicas permitem diferentes aplicações como: escrita e impressão, produção de jornais, papéis sanitários, embalagens (caixas e sacos) etc. Cada uma das finalidades citadas requer propriedades diferentes, como maior maciez para papéis sanitários e maior resistência para papéis de embalagens.

Vamos voltar no tempo...

Os seres humanos desde a antiguidade aproveitaram vários materiais para serem usados na escrita, entre esses: couro, pedras, folhas de árvores, até descobrirem como produzir o papel. Embora existam livros no formato digital as pessoas dizem que não existe melhor sentimento do que segurar um livro real, feito de papel.

Antes da criação do papel o material mais utilizado para escrita era o pergaminho*. Os antigos egípcios utilizavam o talo do papiro**.

Pergaminho - pele curtida de animais - surgido em Pérgamo - um dos estados Helenísticos - Alexandre Mágnio

Talo de papiro - arbusto natural das margens do rio Nilo, Egito e pântanos da África. Sua fabricação era penosa e rudimentar; a medu-

la do talo era cortada em tiras que eram colocadas transversalmente, umas sobre as outras, formando camadas que eram batidas com pesadas marretas de madeira, resultando numa espessura uniforme e produzindo um suco que impregnava e colava as tiras entre si.

A invenção do papel, atribuída ao chinês TS'AI LUN* no ano de 105, proporcionou uma superfície mais lisa para a reprodução de textos e imagens. A China foi o primeiro país a utilizar papel e tinta para suas reproduções de textos. TS'AI LUN fragmentou em uma tina cheia d'água, cascas de amoreira, pedaços de bambú, rami, redes de pescar, roupas usadas e cal para ajudar no desfibramento. Na pasta formada, submergiu um quadrado de madeira revestido de um tecido fino de seda, deixou escorrer, removeu-os e estendeu-os em uma mesa. Separava-o com material absorvente e formava uma pilha que era prensada para perder mais água e posteriormente as folhas eram colocadas em muros aquecidos para secagem final.

Como o papel é mais fácil de reproduzir que o pergaminho, sua introdução gerou grande desenvolvimento em todas as atividades ligadas à produção de textos, gravuras e até da escrita manual. Mas, os documentos mais importantes foram escritos sobre o pergaminho até o século XV.

Hoje o processo de fabricação do papel é o mesmo inventado por TS'AI LUN, mas com alta tecnologia. A cal foi substituída pelos digestores (grandes máquinas que fazem o desfibramento).

O segmento de celulose e papel evoluiu muito desde a formação da primeira folha a qual foi atribuída ao chinês Ts'ai Lun (HUNTER, 1978). Esse segmento tem desenvolvido uma indústria complexa capaz de produzir uma grande variedade de produtos, desde a celulose para exportação até papeis sanitários, de impressão e embalagens, todos estes baseados em operações ou processos comuns, porém com algumas modificações entre si (KLINE, 1991).

3.3.2 – Plano de Aula 01 (Tempo estimado: 60 min)

Título da aula: “O que é o papel?”

Objetivo da atividade: Aplicar a situação contextualizada, em que foi proposto o tema, os alunos dirão o que pensam sobre o tema em debate que constitui o método espiral da investigação-ação. Aplicação do questionário do pré-teste para avaliar conhecimentos prévios dos alunos. Explicar que após cada atividade deve-se fazer um relatório e entregá-lo na aula seguinte na próxima atividade.

Justificativa: É a etapa introdutória da nossa pesquisa, a qual é importante para motivação dos alunos, para investigar o tema proposto.

3.3.3 – Plano de Aula 2 (Tempo estimado:120min)

Título da aula: Observando as fibras de papel.

Objetivo da atividade: Observar a diferença de tamanho das fibras de diversas amostras (lenço de papel, papel higiênico, papel toalha e papel de impressão).

Materiais: Amostras de lenço de papel, papel higiênico, papel toalha e papel de impressão, lâmina de vidro, lamínula de vidro, tubo de ensaio com tampa, conta gotas.

Reagentes: água.

Equipamento: microscópio ou lupa.

Procedimento: num tubo de ensaio de 20 ml, adicionar uma pequena quantidade do papel a ser observado, adicionar cerca de 10 ml de água e agitar. Colocar na superfície da lâmina de vidro uma porção de amostra obtida, com o auxílio de um conta gotas, e observar no microscópio. Anotar a diferença entre as fibras (tamanhos: curta , longa).

3.3.4 – Plano de Aula 3 (Tempo estimado:60min)

Título da aula: Sensorial de papéis

Objetivo da atividade: Observar diferença de textura e maciez, entre os papéis.

Materiais: amostras de lenço de papel, papel higiênico, papel toalha e papel de impressão.

Procedimento: Sentir nos dedos por meio do tato, a variação da textura e maciez dos papéis. O aluno anotar o que sentiu.

3.3.5 – Plano de Aula 4 (Tempo estimado:60min)

Título da aula: Observação da resistência a tração (rasgo)

Objetivo da atividade: Submeter um corpo de prova de largura e comprimento especificados a um esforço de tração uniformemente crescente até a sua ruptura (Rasgo). A resistência à tração é relacionada com a durabilidade e utilidade de um papel, como para embalagem e outros usos também sujeitos à forças de tensão direta.

Materiais: amostras de lenço de papel, papel higiênico, papel toalha e papel de impressão, régua, tesoura.

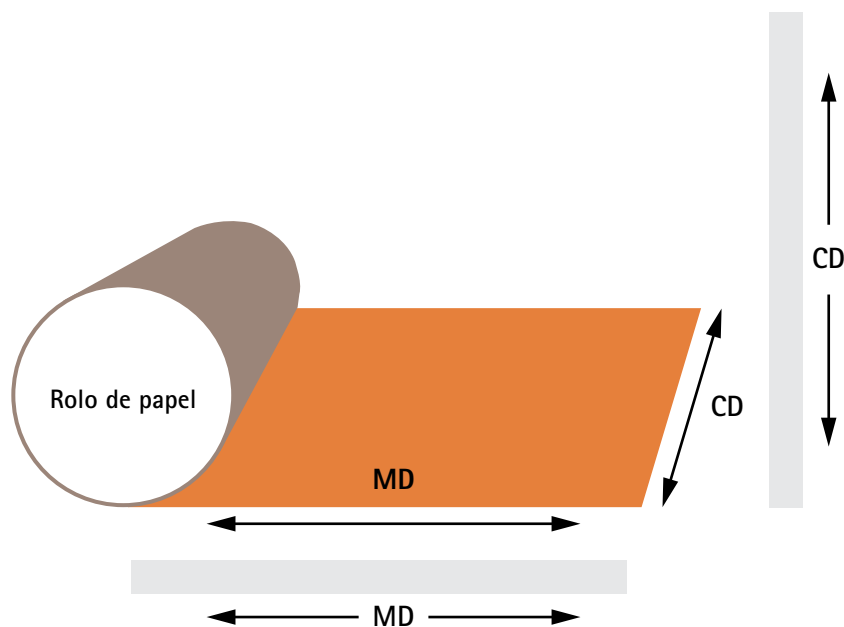
Procedimento:

Observação: na impossibilidade de se fazer o experimento com um tracionador tipo “Instron” vamos fazer o teste manualmente.

Cortar, utilizando uma tesoura, amostras em tiras de 1 cm de largura por 20 de comprimento, uma amostra na posição vertical e outra amostra na posição horizontal da mesma folha de papel.

Na tira cortada na posição horizontal vamos escrever “CD” (Cross Direction – Direção Transversal) e na Tira cortada na posição Vertical vamos identificar como “MD” (Machine Direction – Direção da Máquina (Longitudinal))

Segurar em cada extremidade de cada amostra, uma de cada vez, e tracionar, observar em qual posição a amostra rasgou mais fácil, se na posição MD ou CD.



3.3.6 – Plano de Aula 5 (Tempo estimado:60min)

Título da aula: Absorção de água por capilaridade

Objetivo da atividade: observar diferença de tempo de absorção de água entre os tipos de papéis.

Materiais: amostras de lenço de papel, papel higiênico, papel toalha e papel de impressão, cronômetro.

Reagentes: água.

Procedimento: cortar amostras de 5 x 5 cm e utilizando um conta-gotas, gotejar dez gotas no centro da amostra, gota a gota, obser-

vando por meio do cronômetro, o tempo que a água leva para ser absorvida. Observar também, o formato de como a água se expande pelo papel.

ANEXO 2 – QUESTIONÁRIO UTILIZADO NO PRÉ E PÓS-TESTE.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE EDUCAÇÃO
DEPARTAMENTO DE TEORIAS DO ENSINO
E PRÁTICAS EDUCACIONAIS

Nome: _____

Nº ____ Série ____

Questionário pré-teste

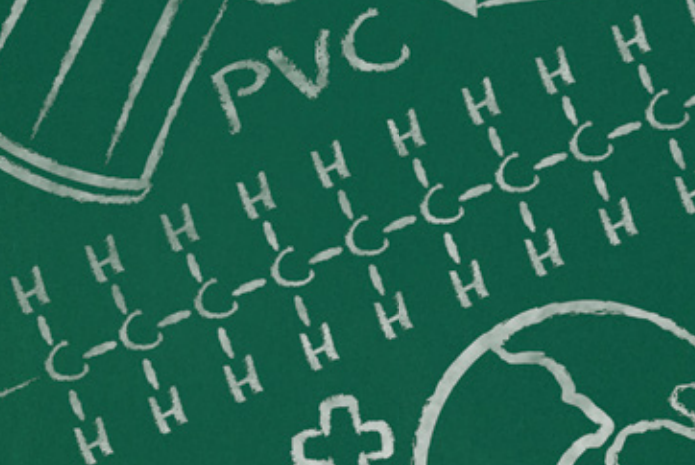
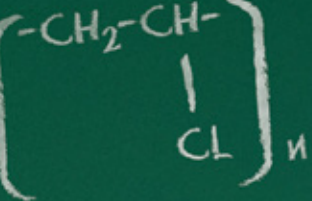
- 1) O que é o papel?
- 2) Como é produzido o papel?
- 3) Como seria a vida sem o papel?
- 4) O que é celulose?
- 5) Quais são os tipos de fibras que existem?
- 6) Quais são as diferenças entre elas?
- 7) Qual é a importância ambiental do papel?
- 8) Qual é a relação entre o uso excessivo de papel e desmatamento?
- 9) Relacione poluição e papel.
- 10) Qual é a relação entre ser cidadão e o uso consciente do papel?

Josimar Ribeiro

Possui graduação em Química pela Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto (FFCL-RP / USP) (1999), mestrado em Química pela FFCL-RP / USP (2002) e doutorado em Química pela FFCL-RP / USP (2006). Foi agraciado com o diploma de Honra ao Mérito e Prêmio Lavoisier por ser o Melhor aluno do Curso de Bacharelado em Química concedido pelo CRQ-IV (1996-1999). Realizou o primeiro pos-doutorado na Université de Poitiers - França (2007) trabalhando com catalisadores para célula a combustível (CAPES). Tendo realizando o segundo pos-doutorado na Universidade de São Paulo no Instituto de Química de São Carlos - IQSC/USP (FAPESP). Tem experiência na área de Química, com ênfase em Físico-Química, subárea Eletroquímica, atuando principalmente nos seguintes temas: Tratamento de efluentes, ADEs, óxidos de metais de transição, difração de raios X e desenvolvimento de eletrocatalisadores para célula a combustível. Atualmente trabalha no CCE-UFES.



antioxidantes



ΔE

Zn



ISBN: 978-85-63765-32-1



www.neaad.ufes.br
(27) 4009 2208

