

# Atividades de Ensino e de Pesquisa em Química

Juliano Carlo Rufino de Freitas  
Ladjane Pereira da Silva Rufino de Freitas  
(Organizadores)



# Atividades de Ensino e de Pesquisa em Química

Juliano Carlo Rufino de Freitas  
Ladjane Pereira da Silva Rufino de Freitas  
(Organizadores)



2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Lorena Prestes  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

#### **Conselho Editorial**

##### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Cândido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

##### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Gislene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

**Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

A872 Atividades de ensino e de pesquisa em química [recurso eletrônico] /  
Organizadores Juliano Carlo Rufino de Freitas, Ladjane Pereira  
da Silva Rufino de Freitas. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora,  
2019.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-773-4

DOI 10.22533/at.ed.734191111

1. Química – Pesquisa – Brasil. I. Freitas, Juliano Carlo Rufino  
de. II. Freitas, Ladjane Pereira da Silva Rufino de.

CDD 540

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná - Brasil

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

contato@atenaeditora.com.br



Ano 2019

## APRESENTAÇÃO

A área de Ensino e de Pesquisa em Química, nessas últimas décadas, tem possibilitado grandes avanços no que tange as investigações sobre a educação química, devido as contribuições de estudos com bases teóricas e práticas referentes aos aspectos fenomenológicos e metodológicos da aprendizagem, que tem se utilizado da investigação na sala de aula possibilitando os avanços nas concepções sobre aprendizagem e ensino de química.

Atualmente, a área de Ensino e de Pesquisa em Química conta com inúmeras ferramentas e materiais didáticos que tem corroborado para uma educação química de qualidade, isso, devido ao desenvolvimento dessas pesquisas que tem contribuído expressivamente na capacitação desse profissional docente e na confecção e desenvolvimento de recursos didáticos e paradidáticos relativos à sua prática.

O *e-Book* “**Atividades de Ensino e de Pesquisa em Química**” é composto por uma criteriosa coletânea de trabalhos científicos organizados em 26 capítulos distintos, elaborados por pesquisadores de diversas instituições que apresentam temas diversificados e relevantes. Este *e-Book* foi cuidadosamente editado para atender os interesses de acadêmicos e estudantes tanto do ensino médio e graduação, como da pós-graduação, que procuram atualizar e aperfeiçoar sua visão na área. Nele, encontrarão experiências e relatos de pesquisas teóricas e práticas sobre situações exitosas que envolve o aprender e o ensinar química.

Esperamos que as experiências relatadas, neste *e-Book*, pelos diversos professores e acadêmicos, contribuam para o enriquecimento e desenvolvimento de novas práticas pedagógicas no ensino de química, uma vez que nesses relatos são fornecidos subsídios e reflexões que levam em consideração os objetivos da educação química, as relações interativas em sala de aula e a avaliação da aprendizagem.

Juliano Carlo Rufino de Freitas  
Ladjane Pereira da Silva Rufino de Freitas

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>1</b>
CONSTRUÇÃO DE MODELOS MOLECULARES COM MATERIAIS ALTERNATIVOS PARA O ENSINO DE QUÍMICA	
Gabriela Martins Piva	
Gustavo Bizarria Gibin	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7341911111</b>	
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>15</b>
PRODUÇÃO DE KITS COM MATERIAIS ALTERNATIVOS PARA A EXPERIMENTAÇÃO EM QUÍMICA COM OS ALUNOS DA EJA	
Cristiele de Freitas Pereira	
Valeria Bitencourt Pinto	
Luely Oliveira Guerra	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7341911112</b>	
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>29</b>
QUÍMICA, TEATRO E MÚSICA: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO NÃO-FORMAL	
Fernanda Marur Mazzé	
Bianca Beatriz Bezerra Victor	
Lorena Gabriele Bezerra dos Santos	
Fabrícia Dantas	
Carolina Rayanne Barbosa de Araújo	
Grazielle Tavares Malcher	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7341911113</b>	
<b>CAPÍTULO 4 .....</b>	<b>36</b>
ATIVIDADES EXPERIMENTAIS SEQUENCIAIS PARA O ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA: EXTRAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS E POLARIMETRIA	
Grazielle Tavares Malcher	
Nayara de Araújo Pinheiro	
Clarice Nascimento Melo	
Gerion Silvestre de Azevedo	
Patrícia Flávia da Silva Dias Moreira	
Fernanda Marur Mazzé	
Renata Mendonça Araújo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7341911114</b>	
<b>CAPÍTULO 5 .....</b>	<b>48</b>
APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMA: APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DESTA METODOLOGIA PARA O ENSINO DE ESTEQUIOMETRIA	
Bianca Mendes Carletto	
Ana Nery Furlan Mendes	
Gilmene Bianco	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7341911115</b>	

**CAPÍTULO 6 .....** **62**

A UTILIZAÇÃO DA MODELAGEM NO ENSINO DA TEORIA CINÉTICA DOS GASES: AVALIAÇÃO DE UMA APLICAÇÃO DE CONCEITOS A SITUAÇÕES COTIDIANAS

Rebeca Castro Bighetti  
Silvia Regina Quijadas Aro Zuliani  
Alexandre de Oliveira Legendre

**DOI 10.22533/at.ed.7341911116**

**CAPÍTULO 7 .....** **76**

ALUNOS DO ENSINO MÉDIO E O ENSINO DE QUÍMICA NA FEIRA LIVRE

Luis Carlos de Abreu Gomes  
Jorge Cardoso Messeder  
Maria Cristina do Amaral Moreira

**DOI 10.22533/at.ed.7341911117**

**CAPÍTULO 8 .....** **87**

CONSUMO, CONSTITUIÇÃO E ADULTERAÇÕES DO LEITE: UMA PROPOSTA DE CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

Nathan Roberto Lohn Pereira  
Flavia Maia Moreira

**DOI 10.22533/at.ed.7341911118**

**CAPÍTULO 9 .....** **102**

ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL: ALTERNATIVAS PEDAGÓGICAS PARA UMA PRÁTICA INTERDISCIPLINAR

Ronualdo Marques  
Claudia Regina Xavier

**DOI 10.22533/at.ed.7341911119**

**CAPÍTULO 10 .....** **124**

ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL NUM ENFOQUE INTERDISCIPLINAR

Ronualdo Marques  
Claudia Regina Xavier

**DOI 10.22533/at.ed.7341911110**

**CAPÍTULO 11 .....** **135**

AROMAS: UMA ABORDAGEM SENSORIAL PARA O ESTUDO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DOS ÉSTERES

Larissa Santos Silva  
Alvaro Vieira Dos Santos  
Larissa Santos Silva  
Lorena Maria Gomes Lisbôa Brandão  
Vitor Lima Prata  
Daniela Kubota  
Tatiana Kubota  
Márcia Valéria Gaspar de Araújo

**DOI 10.22533/at.ed.7341911111**

**CAPÍTULO 12 .....** **147**

CONSTRUINDO UMA TABELA PERIÓDICA SOB A PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO INCLUSIVA

Alexandra Souza de Carvalho  
Geórgia Silva Xavier

Clecineia Lima Santos  
Geisa Leslie Chagas de Souza  
Aline da Cruz Porto Silva

**DOI 10.22533/at.ed.73419111112**

**CAPÍTULO 13 ..... 154**

A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS BÁSICOS DE QUÍMICA ATRAVÉS DO USO DE IMAGENS NO ENSINO PARA ALUNOS COM SÍNDROME DE DOWN

Thiago Perini  
Débora Lázara Rosa

**DOI 10.22533/at.ed.73419111113**

**CAPÍTULO 14 ..... 158**

A OPINIÃO DE SURDOS E OUVINTES SOBRE O SEU PROCESSO DE APRENDIZAGEM EM AULAS DE QUÍMICA: UMA ANÁLISE PROVENIENTE DE QUESTIONÁRIOS

Ivoni Freitas-Reis  
Jomara Mendes Fernandes

**DOI 10.22533/at.ed.73419111114**

**CAPÍTULO 15 ..... 173**

A PERCEPÇÃO DE PROFESSORES EXPERIENTES E EM FORMAÇÃO SOBRE O USO DE UM MATERIAL DIDÁTICO ORGANIZADO A PARTIR DE TEMAS DO CONTEXTO

Daniela Martins Buccini  
Ana Luiza de Quadros  
Aline de Souza Janerine

**DOI 10.22533/at.ed.73419111115**

**CAPÍTULO 16 ..... 186**

MODELOS DIDÁTICOS DE LICENCIANDOS EM QUÍMICA E EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – RECOMENDAÇÕES PARA O PROCESSO FORMATIVO

Terezinha Iolanda Ayres-Pereira  
Maria Eunice Ribeiro Marcondes  
Marco Antônio Montanha  
Ronan Gonçalves Bezerra

**DOI 10.22533/at.ed.73419111116**

**CAPÍTULO 17 ..... 199**

EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE ENERGIA A PARTIR DO PRINCÍPIO DA CONSERVAÇÃO: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

José Vieira do Nascimento Júnior

**DOI 10.22533/at.ed.73419111117**

**CAPÍTULO 18 ..... 209**

NANOCIÊNCIA, NANOTECNOLOGIA E NANOBIOTECNOLOGIA: UMA EXPERIÊNCIA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA EM RIO BRANCO – ACRE

Najara Vidal Pantoja  
Anselmo Fortunato Ruiz Rodriguez

**DOI 10.22533/at.ed.73419111118**

**CAPÍTULO 19 ..... 222**

DEBATE NA TERMOQUÍMICA

Líria Amanda da Costa Silva  
Fabiana Gomes

**CAPÍTULO 20 .....** ..... **235**

ANÁLISE EXPERIMENTAL DE *Humirianthera ampla*: TESTANDO POSITIVIDADE PARA ALCALOIDES

Antonia Eliane Costa Sena

Ketlen Luiza Costa da Silva

Dagmar mercado Soares

Ricardo de Araújo Marques

DOI 10.22533/at.ed.73419111120

**CAPÍTULO 21 .....** ..... **241**

TRITERPENOIDES, ESTEROIDES E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DAS CASCAS DO CAULE DE *Luehea divaricata*

Lildes Ferreira Santos

Lucivania Rodrigues dos Santos

Adonias Almeida Carvalho

Renato Pinto de Sousa

Mateus Lima Neris

Gerardo Magela Vieira Júnior

Samya Danielle Lima de Freitas

Mariana Helena Chaves

DOI 10.22533/at.ed.73419111121

**CAPÍTULO 22 .....** ..... **252**

TOCOFEROIS E ISOPRENOIDES DO EXTRATO HEXÂNICO DAS FOLHAS DE *Bauhinia pulchella*

Adonias Almeida Carvalho

Lucivania Rodrigues dos Santos

Gerardo Magela Vieira Júnior

Mariana Helena Chaves

DOI 10.22533/at.ed.73419111122

**CAPÍTULO 23 .....** ..... **265**

DOCAGEM MOLECULAR E SIMULAÇÕES DE DINÂMICA MOLECULAR DE ANALOGOS DE NEOLIGNANAS CONTRA ENZIMA CRUZAÍNA DE *Trypanosoma cruzi*.

Renato Araújo da Costa

Sebastião Gomes Silva

Alan Sena Pinheiro

João Augusto da Rocha

Andreia do Socorros Silva da Costa

Gustavo Francesco de Morais Dias

Diego Raniere Nunes Lima

Roberto Pereira de Paiva e Silva Filho

Davi do Socorro Barros Brasil

Fábio Alberto de Molfetta

DOI 10.22533/at.ed.73419111123

**CAPÍTULO 24 .....** ..... **278**

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS MÉTODOS GRAVIMÉTRICO E TURBIDIMÉTRICO PARA A DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE SULFATO EM ÁGUAS INDUSTRIAS

Polyana Cristina Nogueira Gomes

Luciano Alves da Silva

Fabiana de Jesus Pereira

Gilmar Aires da Silva

**CAPÍTULO 25 .....** ..... 291

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DAS ÁGUAS DE RECARGA RESULTANTE DO TRATAMENTO DE  
ESGOTO

Hellena de Lira e Silva  
Luciano Alves da Silva  
Fabiana de Jesus Pereira  
Gilmar Aires da Silva  
Fernando da Silva Marques

DOI 10.22533/at.ed.73419111125

**CAPÍTULO 26 .....** ..... 303

PRODUÇÃO DE CATALISADORES PARA REAÇÃO DE FENTON HETEROGRÊNEO

Erlan Aragão Pacheco  
Alexilda Oliveira de Souza  
Henrique Rebouças Marques Santos  
Lucas Oliveira Santos  
Claudio Marques Oliveira  
Abad Roger Castillo Hinojosa  
Luiz Nieto Gonzales

DOI 10.22533/at.ed.73419111126

**SOBRE OS ORGANIZADORES.....** ..... 310

**ÍNDICE REMISSIVO .....** ..... 311

## CONSTRUÇÃO DE MODELOS MOLECULARES COM MATERIAIS ALTERNATIVOS PARA O ENSINO DE QUÍMICA

**Gabriela Martins Piva**

UNESP – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

Departamento de Química e Bioquímica – Faculdade de Ciências e Tecnologia

Presidente Prudente – SP.

Curso de Licenciatura em Química.

**Gustavo Bizarria Gibin**

UNESP – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

Departamento de Química e Bioquímica – Faculdade de Ciências e Tecnologia

Presidente Prudente – SP.

Programa de Pós-Graduação em Ensino e Processos Formativos.

modelos atômicos, geometria molecular e ligações químicas. Os modelos moleculares foram construídos com materiais alternativos, alguns reutilizados, de fácil acesso e de baixo custo, o que viabiliza o seu desenvolvimento e uso em escolas da rede pública. As principais vantagens dos modelos apresentados são o baixo preço dos materiais e a durabilidade dos modelos, que permite a sua reutilização.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de Química, material didático, modelos.

**ABSTRACT:** The chemistry discipline studies the nature of substances, their structure and properties. To understand chemistry it is necessary to visualize chemical species through their models. Thus, the use of molecular models in chemistry teaching is relevant, however, commercial models are often expensive, so teachers and researchers develop different types of alternative molecular models. Thus, this work presents the proposal of building molecular models that allow didactic activities involving the concepts of molecules of different types, atomic models, molecular geometry and chemical bonds. The molecular models were built with alternative materials, some reused, easily accessible and low cost, which makes their development and use in public schools possible. The main advantages of the models presented are the low price of materials and the

**RESUMO:** A disciplina de Química estuda a natureza das substâncias, sua estrutura e propriedades. Para compreender a Química é necessário visualizar as espécies químicas, por meio de seus modelos. Assim, o uso de modelos moleculares no ensino de Química é relevante, entretanto, os modelos comerciais geralmente são caros e por isso, professores e pesquisadores desenvolvem diferentes tipos de modelos moleculares alternativos. Assim, neste trabalho é apresentada a proposta de construção de modelos moleculares que permitem atividades didáticas que envolvem os conceitos de moléculas de diferentes tipos,

durability of the models, which allows the reuse of the models.

**KEYWORDS:** Chemistry teaching, didactic material, models.

## 1 | INTRODUÇÃO

A aprendizagem sobre a Química envolve a compreensão sobre como o conhecimento químico é construído. Por isso, é necessário abordar como os modelos científicos são desenvolvidos (MELO e LIMA NETO, 2013). A compreensão dos modelos na Química envolve a visualização, manipulação e a construção de significados (ROGENSKI e PEDROSO, 2008). Assim, a manipulação de modelos físicos pode auxiliar na aprendizagem de Química com a construção de conhecimentos pelo próprio aluno (MOTTIN, 2004).

Lima e Lima Neto (1999) apontaram que existem diversas vantagens e desvantagens nos diversos tipos de modelos moleculares, comerciais ou não. Os modelos moleculares comerciais possuem ângulos de ligação corretos e acabamento fino, entretanto, muitas vezes são caros, possuem limitado número de peças em seus kits, são altamente específicos e, portanto, podem ser usados em poucas atividades didáticas e se desgastam com muita facilidade. Os modelos alternativos construídos com bolas de isopor e palitos de dente são acessíveis, versáteis e de fácil e ampla aplicação, porém, ocupam relativamente muito espaço e tem um desgaste extremamente fácil. Os modelos alternativos desenvolvidos com canudos de bebida são de fácil aquisição e possuem cores variadas, entretanto, são muito frágeis e leves e, além disso, geralmente a montagem deve ser feita em definitivo. Balões de borracha podem ser usados na construção de modelos moleculares acessíveis e de cores variadas, entretanto, também são muito frágeis e leves e sua montagem é feita em caráter definitivo. É possível construir modelos com arame, de forma simples e fácil, mas o uso é restrito para algumas atividades didáticas e o manuseio da estrutura pode ser difícil. Os autores apontam que os modelos construídos com bolas de isopor, canudos, alfinetes e arames são versáteis, possuem ampla aplicação no ensino de Química e são acessíveis, porém, possuem as desvantagens de que a sua montagem é realizada de forma definitiva e que a definição dos ângulos de ligação é difícil de ser posicionada de forma precisa.

Mateus e Moreira (2007) apresentam um modelo molecular construído com garrafas PET e caixas de filme fotográfico, coloridos com tinta guache e conectados com tubos de conduíte usados em construção. Os modelos possuem a vantagem da durabilidade e ângulos de ligação adequados, mas possuem um tamanho grande, que pode ser uma desvantagem para o seu armazenamento.

Portanto, os modelos moleculares alternativos podem ser desenvolvidos com diversos materiais por professores de Química e pesquisadores no Ensino de Química. Nesse sentido, esse trabalho busca a construção de modelos moleculares, de baixo custo e de fácil acesso como meio alternativo para o ensino de conceitos

químicos da Educação Básica. Houve a preocupação em desenvolver modelos que possam ser montados, desmontados e montados novamente, que não tivessem sua montagem definitiva, assim, ampliam-se as possibilidades de representações moleculares e atividades didáticas.

## 2 | OBJETIVO

Esse trabalho busca o desenvolvimento de modelos moleculares para o Ensino de Química na Educação Básica, com materiais de fácil acesso, de baixo custo, construção simples e viável para licenciados ou professores de Química.

## 3 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A seguir serão apresentadas as propostas de construção dos modelos moleculares dos tipos “preenchimento espacial”, “esfera-vareta”, de geometrias espaciais, modelo sobre ligações metálicas e por fim, modelos que representam os principais modelos atômicos: Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr.

### 3.1 Modelos moleculares do tipo “preenchimento espacial”

Para construir esse modelo, serão usados massa de biscuit, tinta para tecido, esferas de isopor de diferentes tamanhos, fita de velcro e cola quente.

O biscuit incolor pode ser tingido com tinta de tecido. Assim, é possível utilizar a massa de biscuit incolor para produzir peças de diversas cores. Para isso, pegue um pedaço de massa de biscuit e adicione uma quantidade pequena da tinta de tecido com a coloração desejada. Amasse o biscuit até que a cor fique homogênea. Faça isso até atingir a tonalidade esperada. Caso queira uma pigmentação mais intensa, repita esse processo mais vezes. Também é possível adquirir em lojas de artesanato a massa de biscuit já colorida.

Com o pedaço de biscuit colorido, pegue a bola de isopor e recubra-o com a massa de biscuit. A bola de isopor auxilia na modelagem de uma esfera e evita que se utilize uma quantidade muito grande de massa de biscuit, já que é ela que vai dar o maior volume. Além disso, o material final elaborado fica mais leve.

Neste processo é necessário primeiramente manusear a massa de biscuit. Faça uma bolinha com as próprias mãos, em seguida, achate e abra esse pedaço de modo que a massa de biscuit fique semelhante a um disco com uma espessura entre 0,3 a 0,5 cm. Centralize a bola de isopor no disco de biscuit e, posteriormente, feche a massa ao unir as pontas uniformemente. Quando a massa de biscuit cobrir toda a bola de isopor, com as mãos, enrole até que a superfície fique lisa. Umedeça as mãos com um pouco de água, pois isso ajudará a retirar as imperfeições, como as possíveis marcas de dedos e emendas e, além disso, evitará rachaduras na peça.

Com a superfície lisa, deixe a peça secar durante cerca de 48 horas. É interessante verificar se há deformações ou rachaduras nas peças. Se isso ocorrer, umedeça as mãos e alise a peça cuidadosamente.

Pegue a fita de velcro e corte em tamanhos proporcionais às dimensões da esfera de biscuit. Com a peça de biscuit completamente seca, cole com cola quente o pedaço da fita de velcro na esfera de biscuit. Como se trata de um modelo para representar ligações moleculares, um lado do velcro deve ser colado em uma bola (que representa um átomo) e o outro pedaço em outra bola (que representa outro átomo que será ligado ao outro modelo). Por exemplo, a figura a seguir apresenta o modelo da molécula de amônia ( $\text{NH}_3$ ), em que um átomo de nitrogênio, representado por uma esfera azul, se liga a três átomos de nitrogênio, representados por esferas brancas menores que a azul. Assim, conforme a figura 1, pode-se observar que três pequenos pedaços da fita de velcro foram colados na esfera azul e um pedaço de velcro foi colado em cada esfera branca. É importante tomar cuidado com o ângulo em que as fitas de velcro sejam coladas na esfera azul, para que a molécula tenha uma geometria piramidal.

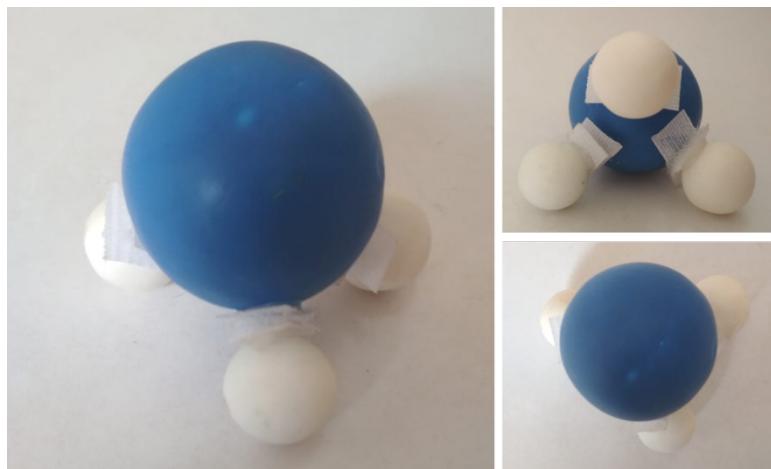


Figura 1. Modelo molecular que representa a molécula de amônia ( $\text{NH}_3$ ). Autoria própria.

Portanto, antes de realizar a colagem das fitas de velcro, é interessante que já se tenha planejado quais modelos moleculares serão representados, assim os lados do velcro serão colados no par de átomos que farão a representação da “ligação química” corretamente e a geometria molecular será respeitada. Além disso, para representar ligações duplas ou triplas é possível colar dois ou três pedaços de velcro, respectivamente. Na figura 2 é possível observar dois modelos do átomo de carbono em que um possui uma ligação dupla, com duas fitas de velcro coladas e outro modelo possui apenas uma representação de ligação simples, com uma única fita de velcro. O cuidado com as quantidades de ligações químicas no modelo é relevante, pois o modelo aborda conceitos químicos de forma mais adequada.



Figura 2. Modelos que representam átomos de carbono com ligação dupla e simples, respectivamente. Autoria própria.

É importante utilizar tamanhos e cores diversas para a identificação de cada átomo que se queira representar. Por exemplo, para representar os átomos de carbono, oxigênio e hidrogênio, é relevante diferenciar o hidrogênio dos demais pelo tamanho, já que esse possui um raio atômico bem menor. Os modelos dos átomos de carbono e oxigênio podem ser feitos do mesmo tamanho, já que seus raios atômicos apresentam uma pequena diferença. Porém, é importante que as cores das esferas sejam diferentes, para a identificação, pois os átomos de oxigênio são representados por esferas de cor vermelha e o carbono por esferas de cor preta. Na figura a seguir são representados os átomos de carbono, oxigênio e hidrogênio, respectivamente.



Figura 3. Esferas que representam os átomos de carbono, oxigênio e hidrogênio, respectivamente. Autoria própria.

### 3.2 Modelo molecular do tipo “esfera-vareta”

Nesse modelo serão usadas massas de biscuit, tinta para tecido, porcas e parafusos de rosca sem fim. A massa de biscuit pode ser preparada da mesma forma da que foi usada para a construção do modelo molecular do tipo “preenchimento espacial”. Portanto, pode ser usada a massa de biscuit incolor e posteriormente colorida com tinta de tecido. Também podem ser empregadas massas de biscuit coloridas, entretanto, o preço geralmente desse item é mais elevado do que a massa de biscuit incolor.

Para confeccionar os modelos esféricos, separe um pedaço pequeno de biscuit colorido e, com as mãos, enrole-o até formar uma pequena esfera. Com o dedo, faça um pequeno furo nessa esfera para encaixar a porca de parafuso. Essa deve ser colocada no local em que se deseja representar a ligação química. Assim, se forem

ligações duplas, pode-se colocar uma porca ao lado da outra.

É importante fazer esse processo cuidadosamente para que o local no qual a porca foi encaixada não seja completamente fechado com biscuit. Assim, aperte devagar a massa para que apenas as laterais da porca fiquem cobertas de biscuit. Certifique-se de que a porca esteja firmemente encaixada na esfera.

Antes de colocar para secar, deixe a superfície da esfera lisa. Umedeça as mãos com um pouco de água e alise cuidadosamente a peça. O uso da água auxilia em deixar a esfera mais lisa e evita rachaduras. Deixe a peça secar e se houver rachaduras ou deformações, corrija-as alisando novamente.

Após a secagem, a peça está pronta para uso. É possível rosquear os pedaços de parafuso de rosca sem fim para representar as ligações químicas e assim, obter os modelos moleculares do tipo “esfera-vareta”. Na figura a seguir, é possível observar o modelo da molécula de flúor ( $F_2$ ), com as representações dos dois átomos de flúor, as esferas verdes, conectadas com um parafuso de rosca sem fim, que representa uma ligação química simples.

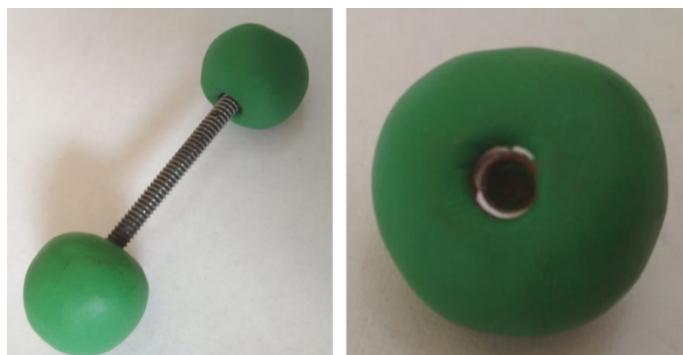


Figura 4. Representação da molécula de flúor ( $F_2$ ) e destaque para a porca no interior da esfera que representa o átomo de flúor, que permite a conexão com a outra esfera.

Autoria própria.

Da mesma forma que foi realizada no modelo molecular do tipo “preenchimento espacial”, é necessário utilizar tamanhos e cores diversas para representar cada átomo. E também é importante tomar cuidado ao inserir as porcas nas esferas, para que as moléculas apresentem a geometria adequada. Por exemplo, para representar a molécula de amônia ( $NH_3$ ) de forma adequada, a esfera que representa o nitrogênio deve ter três ligações com ângulos aproximados de 109°. Para representar a molécula de água ( $H_2O$ ), de forma semelhante, a esfera que representa o átomo de oxigênio deve ter duas ligações com ângulo aproximado de 105°. Os modelos das moléculas de amônia e de oxigênio estão apresentados na figura a seguir.

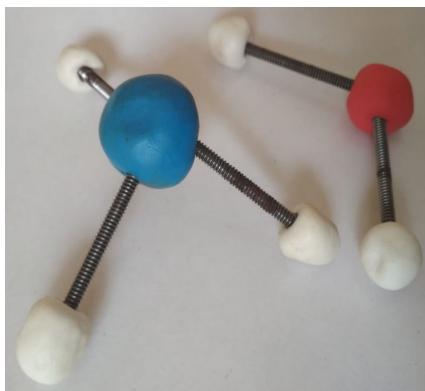


Figura 5. Representações das moléculas de amônia ( $\text{NH}_3$ ) e água ( $\text{H}_2\text{O}$ ), respectivamente.  
Autoria própria.

### 3.3 Modelo molecular do tipo “geometria espacial”

Para a construção desse modelo serão empregados os seguintes materiais: varetas de madeira, cola quente, papel cartão, caneta, tesoura, transferidor e alicate. Para preparar os modelos de geometria espacial, pegue as varetas de madeira e disponha-as sobre uma superfície na forma geométrica que deseja obter. Use o transferidor para medir os ângulos corretamente. Ajuste o tamanho das varetas com um alicate. Caso use uma vareta que possui uma das pontas mais fina, corte-a para que ambos os lados fiquem iguais.

Após dispor as varetas de madeiras e cortá-las adequadamente, devem-se colar as pontas com uma quantidade generosa de cola quente. Nesse processo, é importante outra pessoa para auxiliá-lo. Assim, uma pessoa segura as varetas e mantém o ângulo correto da geometria, enquanto outra pessoa passa uma camada de cola quente, unindo as pontas dos dois palitos.

Espere a cola quente secar e verifique se está firme e, se não estiver, coloque mais cola. Faça isso até a união entre as varetas ficar firme. Una todas as pontas das varetas com a cola até finalizar a peça com a forma desejada.

Com a peça já pronta, pegue o papel cartão e, com o transferidor, meça o ângulo que utilizou nas varetas. Com a caneta, faça as duas linhas com o ângulo equivalente ao da peça e, depois, una as pontas dessas. Corte essa figura que acabou de fazer.

No próprio papel escreva o ângulo que usou. Por exemplo, caso esteja fazendo à figura geométrica equivalente a geometria molecular trigonal planar, o ângulo será  $120^\circ$ . Tanto sua peça quanto o papel deverá ter esse ângulo. Escreva nesse papel, de forma bem visível “ $120^\circ$ ”. Cole o papel, com cola quente, nas varetas de mesmo ângulo.

Recorte outro pedaço de papel em forma de um retângulo e escreva, também de modo visível, o nome da geometria molecular que corresponde o modelo. Seguindo o exemplo acima, deverá ser escrito “trigonal planar”. Cole esse papel, com cola quente, em um lugar que fique bem visível na peça. Na figura a seguir é apresentado

o modelo que aborda a geometria piramidal.



Figura 6. Modelo que representa a geometria piramidal.

Autoria própria.

Esse modelo de geometria espacial representa as formas e os principais ângulos presentes nas moléculas estudadas. Assim, ficará mais fácil visualizar as possíveis formas que as moléculas podem adquirir no plano espacial.

### 3.4 Modelo de ligação metálica

Nesse modelo serão usadas massas de biscuit colorido, caixa plástica transparente de CD, miçangas coloridas, fita adesiva e cola quente. Para confeccionar o modelo de ligação metálica, use a massa biscuit colorida. Separe pequenos pedaços dessa massa em tamanhos iguais e faça discos pequenos. Neste processo, é mais fácil enrolar esses pedaços com as mãos formando esferas pequenas e, posteriormente, achatá-los ao apertar entre as palmas.

Faça em torno de 45 discos de biscuit. Deixe as peças secarem cerca de 48 horas. É possível que ocorram rachaduras ou deformações nas peças, e se isso ocorrer, com as mãos levemente úmidas, alise a peça cuidadosamente.

Pegue a caixa transparente de plástico de CD, os discos de biscuit secos e a cola quente. Abra a capa da caixa de CD e dentro dela cole os discos de biscuit com cola quente em distâncias semelhantes.

Com os discos de biscuit colados e firmes dentro da capa de CD, coloque as miçangas pequenas de coloração intensa. Essas devem ficar livres dentro da caixa de CD. A cor intensa é para que as miçangas chamem atenção em seu modelo. É importante ter um contraste entre as cores usadas nas miçangas e no biscuit, como exemplo, na figura a seguir, foram usadas miçangas vermelhas e discos de biscuit dourados.



Figura 7. Modelo da ligação metálica.

Autoria própria.

Feche a capa com fita adesiva, para vedar os vãos e as miçangas não saiam de dentro da caixa de CD ao movimentá-lo. Os pequenos discos de biscuit irão representar o núcleo dos átomos metálicos, enquanto as miçangas pequenas irão representar os elétrons livres. Assim, ao movimentar a capa de CD o modelo servirá para mostrar uma estrutura cristalina definida no qual os elétrons fluem livremente, como se caracteriza uma ligação metálica.

### 3.5 Modelos que representam os modelos atômicos

Na construção dos modelos atômicos serão usadas bolas de isopor, massa de biscuit incolor ou colorido, tinta de tingir tecido, arame, alicate, rebite, alicate universal, tesoura, palito de dente e barbante.

Inicialmente será produzido um modelo que representa o modelo atômico de Dalton, caracterizado por ser uma esfera rígida e maciça. Assim, será utilizada uma esfera de isopor recoberta por uma camada de massa de biscuit.

O biscuit incolor pode ser tingido com tinta de tecido. Realize o mesmo procedimento realizado para o modelo de “preenchimento espacial” para tingir a o biscuit incolor. Caso se deseje não realizar essa etapa, é possível adquirir a massa biscuit já colorida em comércios de itens para casa ou artesanato.

Enrole a peça de biscuit colorida até formar uma esfera. Com as palmas das mãos, achatate a esfera até formar um disco com espessura entre 0,5 cm a 0,8 cm. Coloque a esfera de isopor no centro do disco de biscuit e feche a massa ao unir as pontas. Quando a massa de biscuit cobrir toda a bola de isopor, enrole até que a superfície fique lisa. Umedeça levemente as mãos com um pouco de água e enrole a esfera. A bola de isopor auxilia na modelagem de uma esfera mais uniforme e evita o uso de uma quantidade grande de massa de biscuit. Além disso, o modelo final elaborado fica leve e resistente. A figura a seguir apresenta a representação do modelo de Dalton.



Figura 8. Representação do modelo de Dalton.

Autoria própria.

Na sequência será produzido um modelo que representa o modelo atômico de Thomson, caracterizado por uma esfera maciça carregada positivamente, na qual há diversas cargas negativas incrustadas nessa esfera.

Igualmente ao processo descrito no modelo atômico de Dalton, faça uma esfera colorida de isopor recoberto com biscuit. Antes de deixar secar, coloque nessa esfera pequenos nódulos de biscuit. Para isso, pegue outro pedaço de massa de biscuit, de coloração diferente a massa de biscuit utilizada para confeccionar a esfera, e faça bolas pequenas, bem menores que a esfera já feita.

Pressione as pequenas bolas feitas sobre a superfície da esfera maior, ambas ainda sem secar. Aperte-as até que fiquem firmes e se assemelhem a nódulos da própria esfera. Assim, espalhe sobre a esfera esses diversos nódulos. É pertinente que a esfera e os nódulos tenham colorações diferentes, para que seja possível relacionar o modelo com diferentes cargas elétricas. A figura a seguir apresenta a representação do modelo de Thomson.

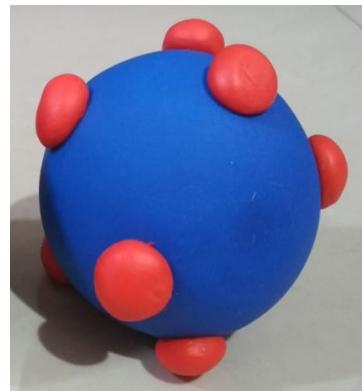


Figura 9. Representação do modelo de Thomson.

Autoria própria.

Em seguida, será construído um modelo que representa o modelo atômico de Rutherford, caracterizado por possuir um núcleo, constituído por prótons e nêutrons, e uma eletrosfera, ao redor desse núcleo, constituída pelos elétrons.

Faça pequenas esferas de biscuit colorido. Faça a mesma quantidade de esferas de mesmo tamanho com biscuit de outra cor. Assim, haverá dois grupos de mesma quantidade de esferas com cores diferentes.

Ainda sem deixá-las secar, una-as apertando cuidadosamente, sem comprometer completamente o formato de esfera. Neste processo, é importante umedecer as esferas com uma pequena quantidade de água, assim, será mais fácil uni-las. Intercala as cores quando fizer essa união.

Após todas as esferas unidas firmemente, atravesse na peça feita um pedaço grande e reto de arame, de modo que as extremidades desse arame fiquem livres. Para atravessar o arame mais facilmente, primeiro pegue um palito de dente e atravesse a peça, deixando o caminho livre, sem massa de biscuit, para então passar então o fio de arame.

Deixe a peça das esferas coloridas unidas e o fio de arame secar durante dois dias. É interessante checar se a peça não está deformada ou possui rachaduras. Se isso acontecer, use um pouco de água nas mãos e alise a peça cuidadosamente. Essa peça irá representar o núcleo do átomo, constituídos de prótons e nêutrons, conforme apresentado na figura a seguir.



Figura 10. Representação do núcleo do modelo de Rutherford.

Autoria própria.

Posteriormente, pegue outro pedaço de biscuit com cor diferente dos dois anteriores. Faça a mesma quantidade de esferas que as anteriores, só que em tamanhos bem menores. Meça pedaços de arame que formem uma circunferência em volta da peça que representa o núcleo do átomo. Com auxílio de um alicate, deixe esses pedaços com o mesmo tamanho. A quantidade de pedaços de arame deve ser equivalente ao das esferas feitas.

Pegue as esferas menores e espete o arame em cada uma. Assim, todas as peças de arame devem conter uma esfera pequena centralizada. Deixe as esferas pequenas com o fio de arame secarem por 48 horas e observe se há rachaduras ou deformações na peça.

Una os pedaços de arame com uma esfera de biscuit pequena cada e feche as

pontas, formando anéis metálicos. Para unir as pontas do arame, use as cápsulas metálicas do rebite. Retire com um alicate o prego que vem dentro da cápsula. Com a cápsula vazia, coloque em um dos lados a ponta do arame, e aperte com o alicate até que fique presa firmemente. Do outro lado da cápsula, coloque a outra ponta do mesmo arame, e prenda apertando-a até que fique firme novamente. Faça isso até formar anéis metálicos com todos os arames.

A união desses anéis com a pequena bola de biscuit vai representar a eletrosfera do modelo atômico. Para unir esses anéis, passe um por dentro do outro e amarre com barbante, fazendo nós bem firmes. Faça isso com um anel de cada vez e coloque-os sempre em diferentes posições.

Com o modelo de eletrosfera pronto, coloque o núcleo centralizado do lado de dentro. Use as extremidades do fio de arame reto que ficaram livres. Prenda firmemente cada ponta do fio a um anel da eletrosfera com barbante.

É pertinente que as esferas tenham cores diferentes, para serem relacionadas com as partículas do modelo de Rutherford, os prótons, nêutrons e elétrons. A figura a seguir apresenta o modelo de Rutherford concluído.

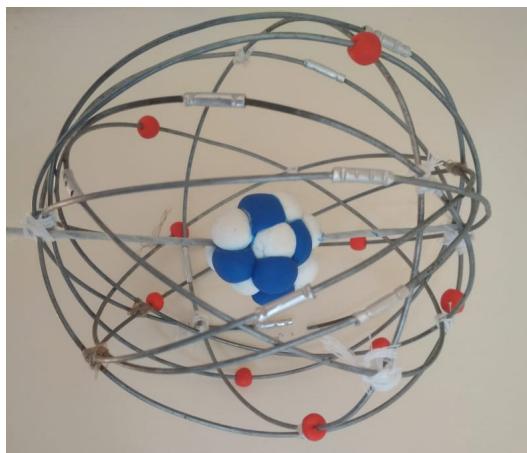


Figura 11. Representação do modelo de Rutherford.

Autoria própria.

Por fim, será produzido um modelo que representa o modelo atômico de Bohr, que possui um núcleo, constituído por prótons e nêutrons, e camadas externas, com níveis de energias diferentes, no qual se localizam os elétrons.

Confeccione o modelo do núcleo do átomo de forma igual ao processo feito no modelo de Rutherford. Assim, terá dois grupos de cores diferentes de esferas unidos e um fio de arame reto atravessando-o.

Confeccione também as pequenas esferas, que representarão os elétrons, e coloque-os em diferentes arames. Para esse modelo é importante respeitar o local desses elétrons. Por exemplo, se for confeccionar um modelo de um átomo de carbono no modelo atômico de Bohr, deve-se colocar dois elétrons no primeiro nível e os outros quatro elétrons no segundo nível.

Dessa vez, é importante também que os pedaços de arame sejam de tamanhos diferentes. Assim, meça-os de forma que o primeiro nível fique ao redor do núcleo e seja menor, e o posterior ao redor do primeiro nível, esse maior, e assim por diante.

Una as pontas desse arame, de maneira que formem anéis, igualmente ao processo feito na confecção do modelo atômico de Rutherford. Assim, use as cápsulas vazias do rebite para fechar as pontas com o auxílio de um alicate.

O anel metálico menor, que representará o primeiro nível, deve ser preso com barbante no fio de arame que atravessa o núcleo, de forma que esse fique centralizado. Prenda o segundo menor anel metálico da mesma forma, centralizando o núcleo e o primeiro anel já preso. Repita até obter quantos “níveis de energia” sejam necessários para representar um dado elemento químico.

Da mesma forma que no modelo de Rutherford, é necessário que os grupos de esferas tenham colorações diferentes, para identificar as esferas que representam os prótons, nêutrons e elétrons. A figura a seguir apresenta o modelo de Bohr finalizado.

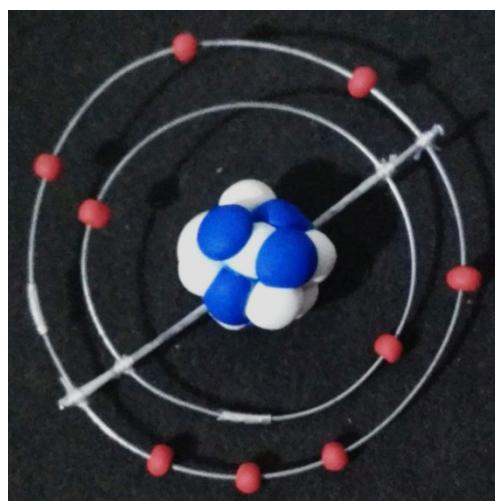


Figura 12. Representação do modelo de Bohr.

Autoria própria.

## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção de modelos moleculares permite a realização de diversas atividades didáticas, que envolvem a visualização das espécies químicas, e muitas vezes não são abordados em sala de aula, pois os modelos comerciais são caros e possuem inúmeras limitações, como quantidades insuficientes para uma turma de cerca de quarenta alunos e tamanhos dos modelos reduzidos.

Com os modelos moleculares propostos é possível realizar atividades que envolvem a compreensão de geometria molecular, ligação metálica e modelos atômicos. Os modelos moleculares se mostram adequados para a realização das atividades didáticas para o Ensino Médio, e até mesmo para o nível superior.

Uma vantagem apresentada por esses modelos é a sua durabilidade, pois o

uso da massa de biscuit aumenta a resistência do modelo. O preço total dos modelos também consiste em um atrativo no desenvolvimento dos modelos apresentados nesse trabalho. Além disso, alguns dos modelos apresentados permitem a realização de atividades nas quais os próprios alunos podem montá-los, desmontá-los e montá-los novamente. Cabe salientar também que os modelos podem ser reaproveitados em diversas turmas e até mesmo ao longo de anos diferentes por causa de sua alta durabilidade.

## REFERÊNCIAS

LIMA, M. B.; LIMA-NETO, P. de. **Construção de modelos para ilustração de estruturas moleculares em aulas de química**. Química Nova, v. 22, n. 6, p. 903-906, 1999.

MATEUS, A. L.; MOREIRA, M. G. **Construindo com PET**: como ensinar truques novos com garrafas velhas. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2007.

MELO, M. R.; LIMA NETO, E. G. de **Dificuldades de ensino e aprendizagem dos modelos atômicos em Química**. Química Nova na Escola, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 112-122, 2013.

MOTTIN, E. **Utilização de Material Didático-Pedagógico em Ateliês de Matemática, para o Estudo do Teorema de Pitágoras**. Dissertação de mestrado. 2004. Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre

ROGENSKI, M. L. C.; PEDROSO, S. M. D. **O ensino da geometria na educação básica: realidade e possibilidades**. 2008. Disponível em: < <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br> >. Acesso em: 10 jan. 2019.

## PRODUÇÃO DE KITS COM MATERIAIS ALTERNATIVOS PARA A EXPERIMENTAÇÃO EM QUÍMICA COM OS ALUNOS DA EJA

**Cristiele de Freitas Pereira**

Universidade do Estado do Pará – UEPA  
Cametá-Pará.

**Valeria Bitencourt Pinto**

Universidade do Estado do Pará – UEPA  
Cametá-Pará.

**Luely Oliveira Guerra**

Universidade do Estado do Pará – UEPA  
Cametá-Pará.

foi aplicado um questionário avaliativo. No final observou-se que tanto o docente quanto os discentes reconheceram a experimentação com materiais alternativos, como um recurso pedagógico de extrema importância para o ensino de Química, pois puderam perceber no decorrer da pesquisa que os experimentos, mais precisamente os kits experimentais, influenciaram positivamente seu aprendizado, fazendo-os compreender melhor os assuntos que antes lhes eram complicados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Kits experimentais; Materiais alternativos; Ensino-aprendizagem.

**RESUMO:** O presente trabalho visa relatar as atividades desenvolvidas durante uma pesquisa de campo realizada no período de 10 de março a 22 de setembro de 2016, na Escola Estadual de Ensino Médio Abraão Simão Jatene, no Município de Cametá-PA, com alunos da turma de 1<sup>a</sup> etapa da EJA (Educação de Jovens e Adultos), mediante ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). Esta pesquisa teve por principal objetivo investigar os efeitos da utilização de kits experimentais com materiais alternativos, para o processo de ensino aprendizagem. A mesma contou com uma amostra de 12 alunos e foi dividida em três etapas: realização de uma avaliação diagnóstica, com a aplicação de um questionário prognóstico; realização da proposta metodológica de ensino, a construção dos kits; e realização de uma avaliação somativa, onde

KIT PRODUCTION WITH ALTERNATIVE MATERIALS FOR CHEMICAL EXPERIMENT WITH EJA STUDENTS

**ABSTRACT:** The present work aims to report the activities developed during a field research carried out from March 10 to September 22, 2016, at the Abraão Simão Jatene High School, in Cametá-PA, with students from the class. the first stage of EJA (Youth and Adult Education), through the Institutional Program for Teaching Initiation Scholarships (PIBID). This research aimed to investigate the effects of using experimental kits with alternative materials for the teaching-learning process. It had a sample of 12 students and was divided into three stages:

conducting a diagnostic evaluation, with the application of a prognostic questionnaire; realization of the teaching methodological proposal, the construction of the kits; and performing a summative evaluation, where an evaluative questionnaire was applied. In the end it was observed that both the teacher and the students recognized the experimentation with alternative materials, as an extremely important pedagogical resource for the chemistry teaching, because they could realize during the research that the experiments, more precisely the experimental kits, influenced positively their learning, making them better understand the subjects that were complicated before.

**KEYWORDS:** Experimental kits; Alternative materials; Teaching-learning.

## 1 | INTRODUÇÃO

A Química é uma área do conhecimento humano que lida com um mundo microscópico, que apresenta dificuldades e impossibilidades de visualização, além de ser uma área nas quais muitos conceitos são construídos a partir de modelos explicativos da realidade. Em decorrência da necessidade de abstração para explicar tais conceitos, o uso de atividades experimentais pode representar uma alternativa para melhoria do processo de ensino aprendizagem da disciplina de Química. Nesse contexto, a experimentação não deve ser usada apenas para legitimar uma teoria, mas deve permitir a interação do estudante com os modelos, problematizando os conhecimentos de forma crítica, dinâmica e dialógica (GONÇALVES; GALIAZZI, 2004).

Muitos alunos consideram a disciplina de Química difícil de compreender, pois esta envolve equações, reações, cálculos e símbolos químicos que fazem parte dessa ciência, talvez por isso muitos estudantes tenham dificuldade de relacionar a química com seu dia a dia. Esta ciência parece ser muito complexa para os alunos, pois existem muitos fenômenos que podem ser observados no nível macroscópico, mas os conceitos que os explicam situam-se no nível submicroscópico (JUSTI 2010). Essa dificuldade também pode estar relacionada com a maneira pelo qual o professor trata a disciplina. Mediante isso é necessário usar metodologias e ferramentas alternativas que despertem o interesse dos estudantes.

A falta de afinidade do aluno com a Química muitas vezes se dá pela carência do contato experimental, principalmente para os alunos da EJA (Educação de Jovens e Adultos), Mello, et al (2011) relata que a EJA se diferencia do ensino regular principalmente pelo seu público, por estarem excluídos do processo regular de formação escolar, apresentam defasagem em relação à disciplina de Química, Oliveira (1999) afirma que o aluno da EJA possui diferenças na aquisição do conhecimento principalmente por estar inserido no mundo do trabalho e das relações entre as pessoas de modo diferente da criança e do adolescente.

A EJA é uma modalidade de ensino reconhecida na LDB 9.394/96, que no seu art.37 destaca: — “A educação de jovens e adultos será destinada àqueles que não

tiveram acesso ou continuidade de estudos no ensino fundamental e Médio na idade própria” (BRASIL, p.15,1996).

Diante desse contexto a experimentação no ensino da EJA, possibilitaria uma maior compreensão dos conteúdos repassados, minimizando assim a defasagem no ensino de Química para essa modalidade de ensino, Mello, *et al* (2011) afirma que a experimentação da EJA, deve-se levar em conta os conhecimentos adquiridos ao longo da vida social do aluno, pois é uma proposta de ensino para facilitar e motivar a aprendizagem de jovens e adultos.

## 2 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa ocorreu através do programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) que tem por objetivo antecipar o vínculo entre os futuros educadores e as salas de aula da rede pública, desenvolvida na E.E.E.M ABRAÃO SIMÃO JATENE no município de Cametá-Pa, com os estudantes de 1<sup>a</sup> etapa do EJA (Educação de Jovens e Adultos), turma M1TJ01, com uma amostra de 12 alunos que foram selecionados para participarem do grupo experimentação do PIBID e 1 professor de química selecionado pelo Programa para atuar como subcoordenador no ano de 2016.

A pesquisa divide-se em três momentos, sendo eles:

### 1 – Realização de uma avaliação diagnóstica

Essa avaliação foi realizada através de um questionário prognóstico aplicado aos alunos no mês de março, a fim de verificar seus conhecimentos prévios com relação à experimentação e outro questionário para o docente para saber qual sua concepção em relação às aulas experimentais.

### 2 – Realizações da proposta metodológica de ensino

Após a avaliação diagnóstica aconteceram as aulas experimentais tanto em sala de aula como no laboratório da escola, as aulas eram realizadas uma semana sim e outra não, pois era uma semana aula com o professor de química e na outra era experimentação com orientação do mesmo, nos dias de quinta feira das 18:45 até 20:05 hs.

Os kits experimentais foram construídos juntamente com os alunos, a partir de aulas experimentais de acordo com os conteúdos repassados pelo professor, cada kit acompanha um roteiro de como fazer o experimento e também um guia de como montar esses kits experimentais.

O 1º kit montado abordou o tema reações químicas, para o experimento “O violeta que desaparece”, o 2º experimento realizado, de nome “indicador caseiro de ácidos e bases”, abordou o tema Ácidos e Bases, o 3º kit abordou o tema separação de misturas.

Depois de montados os kits passaram por testes, para comprovar sua eficácia,

e para isso alguns critérios foram levados em consideração, são eles:

- Usabilidade: se o kit é fácil ou não de ser usado, ou da dificuldade para montá-lo;
- Conteúdo abordado: se permite que os conteúdos de químicas sejam realmente trabalhados;
- Repetitividade: se é possível repetir sempre que necessário o experimento;
- Aspectos Pedagógicos: se permite reflexão ou apenas reprodução.

### 3 – Realização de uma avaliação somativa.

Esta foi aplicada através de um questionário avaliativo que teve por finalidade descobrir se os objetivos foram alcançados.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1 Sondagem inicial

#### 3.1.1 Análise do Questionário dos Alunos

O gráfico 1 (p.20) mostra as respostas para a primeira pergunta do questionário: “Como você considera a disciplina de Química?”, nele é possível observar que 58% dos estudantes consideram a disciplina nem muito difícil, nem muito fácil, 25% consideram fácil de entender e 17% consideram a disciplina difícil de compreender.

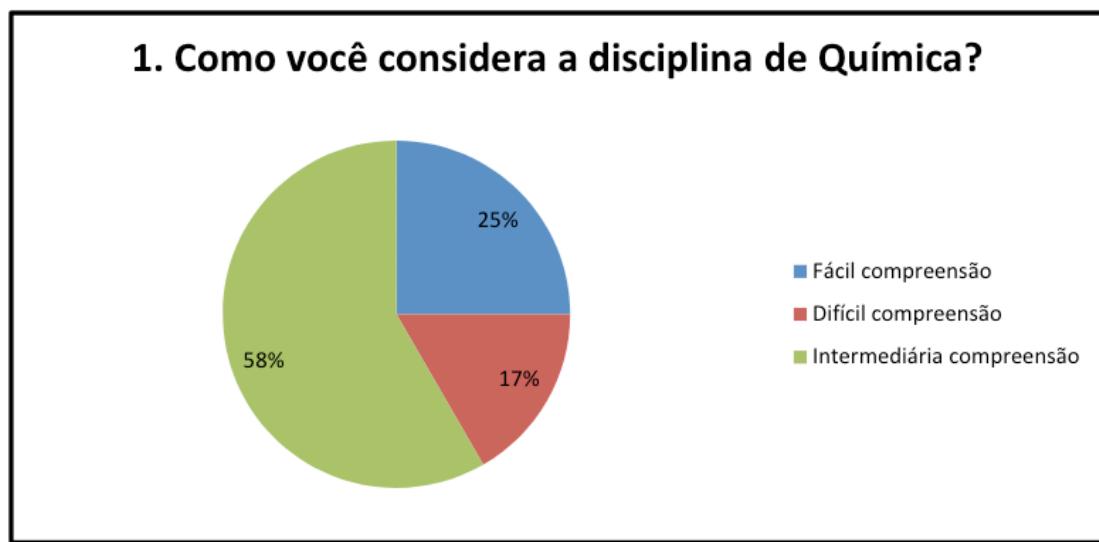


Gráfico 1: “Como você considera a disciplina de Química?”

FONTE: Pesquisa de Campo (2016).

Ao analisar o gráfico 1, é evidente que a maioria dos alunos considera a disciplina Química um tanto difícil de ser compreendida, sobre isso Torriceli (2007) diz: A aprendizagem da Química passa necessariamente pela utilização de fórmulas, equações, símbolos, enfim, de uma série de representações que muitas vezes pode

parecer muito difícil de ser absorvida. Por isso, é necessário que o professor tente desmistificar as fórmulas e equações.

Essa desmistificação normalmente deveria ser feita através de atividades experimentais, porém na maioria das vezes as escolas são desprovidas de laboratório ou quando o tem não estão em condições de uso. Essa falta de contato com a prática acaba por dificultar ainda mais a aprendizagem e o entendimento com relações aos conteúdos abordados em sala de aula.

Um dos desafios encontrados na realização das atividades práticas, é encontrar experimentos com materiais que não coloquem em risco integridade física dos alunos, e que possam ser feitos sem riscos em sala de aula ou em qualquer outro local desejado por eles, assim existe a procura por materiais alternativos que possibilitem a execução deste trabalho.

No gráfico 2 (p.22), referente a segunda pergunta do questionário, é possível observar que 75% dos estudantes entrevistados conseguiram responder de forma satisfatória com relação ao conceito de aulas experimentais, 17% deixaram em branco e 8% tiveram respostas não condizentes com o conceito abordado.



Gráfico 2: “Para você o que são aulas experimentais?”

FONTE: Pesquisa de Campo (2016).

Observando o gráfico 2, pode-se afirmar que a maioria dos alunos entrevistados tinha uma base do que seriam aulas experimentais. A experimentação ocupou um papel essencial na consolidação das ciências a partir do século XVIII. Ocorreu naquele período uma ruptura com as práticas de investigação vigentes, que considerava ainda uma estreita relação da natureza e do homem, onde ocupou um lugar privilegiado na proposição de uma metodologia científica que se resume pela regularização de procedimentos. (QUEIROZ, 2004).

A Química por ser uma ciência experimental necessita de atividades práticas para seu melhor entendimento. Essas atividades podem incluir demonstrações

feitas pelo professor, experimentos para confirmação de informações já dadas, cuja interpretação leve à elaboração de conceitos entre outros (MALDANER, 1999). Dessa forma podemos entender que as atividades experimentais auxiliam na compreensão de assuntos que necessitam de uma complementação prática para seu melhor entendimento, as atividades práticas são de fundamental importância para a disciplina de Química, porém infelizmente alguns alunos não tem contato com esta prática devido a fatores já mencionados, muitos até desconhecem o termo.

### *3.1.2 Analise do Questionário do Professor*

Iniciou-se o questionário perguntando ao professor se ele utiliza atividades experimentais em suas aulas, a pergunta foi a seguinte: “Você utiliza práticas experimentais nas suas aulas? Se sim com que frequência. Se não por quê?” Diante deste questionamento o professor respondeu da seguinte forma:

“Sim, com uma frequência relativamente alta. Sempre que trabalho conteúdo novo procuro um experimento em que e os alunos possam realizar para dar suporte ao ensino/aprendizagem dos conceitos abordados ou a serem abordados.”

A partir desta resposta pode-se afirmar que o professor reconhece a importância que as práticas experimentais têm para o processo de ensino-aprendizagem em Química, assim como a deficiência causada pela falta dessas práticas. E é exatamente disso, como afirma Carrijo (1999, p 65,66), que os alunos precisam, de professores que tenham domínio da sua área, para assim poder ir além do que os livros didáticos propõem, alcançando um ensino de qualidade.

A segunda pergunta teve por intuito saber das dificuldades encontradas ao se tentar realizar práticas experimentais, questionou-se: “Quais as maiores dificuldades em realizar aulas experimentais?” E o professor respondeu:

“Geralmente as maiores dificuldades são:

- Excesso de alunos por turma;
- Falta de tempo para planejamento;
- Falta de local adequado para algumas práticas;
- Falta dos materiais necessários.

Analizando esta resposta pode-se concluir que são muitos os empecilhos que dificultam a realização das práticas experimentais nas escolas.

## **3.2 A proposta dos kits**

Na construção dos kits foram analisados, juntamente com os alunos, os seguintes critérios:

- 1-Usabilidade
- 2- Repetitividade
- 3- Conteúdos abordados

#### 4- Aspectos Pedagógicos

O primeiro kit montado foi para o experimento “violeta que desaparece”, este kit foi produzido para auxiliar no estudo de reações químicas. Em relação ao 1º critério, o kit é fácil de ser montado por que são utilizados materiais fáceis de encontrar como, por exemplo, os copos de vidro, o vinagre e a água oxigenada, pode-se usar os que se tem em casa e o permanganato de potássio é encontrado nas farmácias que é utilizado para curar catapora e é bem baratinho em torno de R\$ 3,00 (três reais), então se torna mais acessível.

O segundo critério avaliado que foi repetitividade, foi possível verificar que as vidrarias substituídas por materiais alternativos, podem ser utilizadas para um novo experimento, já os reagentes que foram utilizados como permanganato de potássio, água oxigenada, vinagre e água uma vez que são usados não são uteis. Logo seria possível repeti-lo repondo os reagentes, pois são bem fáciles de encontrar.

O terceiro critério analisado que foi conteúdos abordados, esse experimento permitiu abordar o conteúdo de reações químicas de forma sucinta e clara. Sobre essa perspectiva os alunos conseguiram relacionar o que tinham visto na teoria com o professor com o experimento que foi realizado. Observaram uma reação química a olho nu, muitos até disseram *“agora sim entendi o que é uma reação química”*.

A experimentação pode ter um caráter dedutivo quando os alunos têm a oportunidade de testar o que é dito na teoria, porém a utilização dessas atividades bem planejadas facilita muito a compreensão da produção do conhecimento em química, podendo incluir demonstrações feitas pelo professor, experimentos para confirmação de informações já dadas, cuja interpretação leve a elaboração de conceitos entre outros. (GIORDAN, 1999).

Desse modo utilizar experimentos alternativos em sala de aula estimula o aluno a desenvolver certas habilidades em seu ambiente de estudo, pois esta interação entre o que já se conhece com o que é apresentado é lucrativo resultando em um aprendizado significativo.

No 4º critério sobre aspectos pedagógicos foi averiguado que o experimento permitiu uma reflexão de como a química está presente no dia a dia e como é possível aprende-la de maneira alternativa.

Segundo Torricelli (2007) as principais dificuldades dos alunos em relacionar a Química com seu dia a dia se deve em maior parte dos professores por trabalharem os conteúdos de forma descontextualizada, tornando-se distantes da realidade e difíceis de compreender, não despertando o interesse e a motivação dos educandos.



Figura 1: 1º kit: o violeta que desaparece

O segundo kit preparado foi o “destilador alternativo”, este kit foi utilizado para auxiliar no estudo de separação de misturas. Com relação ao primeiro critério, usabilidade, pode-se dizer que é um material fácil de ser usado e construído, foi gasto mais ou menos uns R\$ 5,00 (cinco reais), na sua produção, porém quase todos os materiais podem ser achados facilmente em casa ou até mesmo nas ruas, com paciência para procurar pode até ser feito sem nenhum custo financeiro. Logo nesse critério podemos dizer que a usabilidade do material é ótima, de forma que além de ser fácil de manusear não traz riscos a integridade física dos estudantes.

No que diz respeito ao segundo critério, repetitividade, é possível definir como excelente, pois depois de montado o destilador pode ser usado outras vezes, se não houver quebra ou dano dos materiais que o constituem. Nesse aspecto, o destilador alternativo se mostra tão eficaz quanto o destilador convencional simples.

Já no critério, assuntos abordados, destaca-se a eficácia em explicar o método de separação de misturas, homogêneas ou heterogêneas, chamado de destilação, no caso do experimento feito, a destilação fracionada, quando se trata de separação de dois líquidos. Assim é possível mostrar aos alunos como realmente acontece esse tipo de método, fazendo-os entender com mais facilidade os assuntos abordados.

Analizando o último critério, aspectos pedagógicos, temos que este kit permite apenas a reprodução de métodos, sem haver reflexão sobre os mesmos, ou sobre os assuntos que estão ligados a ele de forma indireta.



Figura 2: 2º kit - Destilador Alternativo

O terceiro kit produzido foi o “indicador de ácidos e bases”, este kit foi produzido para auxiliar no estudo de ácidos e bases. Em relação ao 1º critério usabilidade, o kit é fácil de ser elaborado, pois, utiliza materiais do nosso cotidiano, como o repolho roxo, água sanitária, detergente, vinagre, limão e álcool, as vidrarias que foram substituídas, como os Beckers realizaram-se tanto em copos de vidros como em copos descartáveis. Observou-se que este experimento foi muito simples de ser executado, os alunos realizaram facilmente a prática experimental.

O segundo critério avaliado que foi repetitividade, foi possível analisar no decorrer dos procedimentos que é provável realizar esse experimento sempre que for necessário.

O terceiro critério analisado que foi conteúdos abordados, esse kit experimental permitiu abordar o conteúdo de ácidos e bases, mostrar na prática o que é um ácido e uma base relacionando o dia a dia do discente com a química que é abordada em sala de aula, Assis (2011) afirma que quando o aluno consegue relacionar o conteúdo com seu dia a dia, ele amplia sua reflexão sobre os fenômenos que estão a sua volta, fazendo com que o discente exponha sua ideia e também aprende a ouvir as opiniões dos colegas e a respeitar.

No 4º critério sobre aspectos pedagógicos foi constatado que o experimento permitiu uma maior reflexão e não apenas reprodução, pois está atividade experimental se tornou mais motivadora e emocionante quando os próprios estudantes participaram da construção de seus equipamentos para poderem explorar fenômenos já estudados (FILHO e CUNHA, p 22, 2011). Afirmam que “Somente quando o aluno vê significado no que está estudando é que ele consegue compreender e produzir o saber”.



Figura 3: 3º kit: indicador Caseiro - Ácidos e Bases

### 3.3 Sondagem Final

Neste tópico serão analisadas as respostas dos alunos no que diz respeito ao questionário avaliativo, aplicado a fim de verificar se os objetivos da pesquisa foram alcançados. O primeiro questionamento realizado permitiu verificar se a prática experimental facilitou a aprendizagem dos conteúdos de Química, pois se sabe que muitos alunos têm grande dificuldade em entender esta disciplina, grande parte dessa dificuldade se deve ao fato da maioria dos professores trabalharem os conteúdos de forma descontextualizada, tornando-se distantes da realidade e difíceis de compreender, não despertando o interesse e a motivação dos alunos. Então após ter sido realizado várias aulas experimentais, perguntou-se aos discentes “Você acha que as aulas com experimentos facilitaram o seu entendimento na aprendizagem dos conteúdos de Química?”

Analizando as respostas percebeu-se que todos os alunos concordam que a experimentação facilita na compreensão dos conteúdos de Química.

A prática experimental é uma forma de incentivar os alunos a buscar o conhecimento de uma forma diferenciada e interessante a qual relaciona a teoria com elementos do nosso cotidiano. (PEREIRA, 2013).

Para verificar se os kits construídos com materiais alternativos contribuem para o processo de educação em Química, foi feito o seguinte questionamento “Como você considera os assuntos trabalhados em sala de aula com experimentos alternativos?”

O Gráfico 6 (p.33), ilustra as respostas adquiridas:

## **6. Como você considera os assuntos trabalhados em sala de aula com experimentos alternativos.**

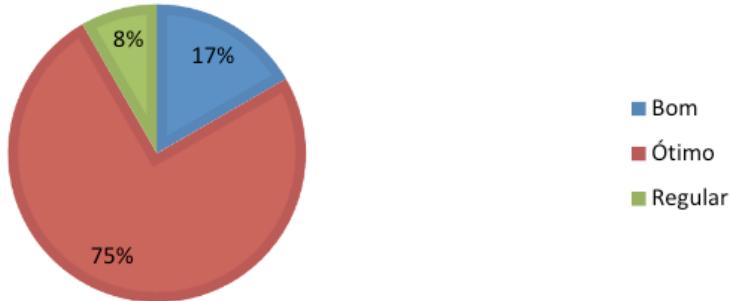


Gráfico 6: “Como você considera os assuntos trabalhados em sala de aula com experimentos alternativos?”

FONTE: Pesquisa de Campo (2016).

A partir da leitura do gráfico 6, verifica-se que uma maioria dos alunos, cerca de 75% alegam ser ótimo as aulas experimentais com materiais alternativos, 17% afirmam que é bom e os restante 8% acha que é regular.

Deste modo, entende-se que a experimentação com materiais alternativos por si só não garante o aprendizado do aluno, no entanto é um fator relevante para que o estudante se envolva no processo de aprendizagem, ou seja, é o que move o aluno a estudar, fator este determinante para o processo de ensino aprendizagem, assim alcançando um dos objetivos desta pesquisa de fazer com que o discente se interesse pela disciplina de química.

Na terceira pergunta questionou-se se os assuntos são aprendidos mais facilmente com aulas experimentais, em relação as aulas teóricas. O gráfico 7 (p.34) mostra as respostas para esta pergunta.

## 7- "Nas aulas envolvendo experimentos de química, os assuntos são mais fixados do que com aulas teóricas?"

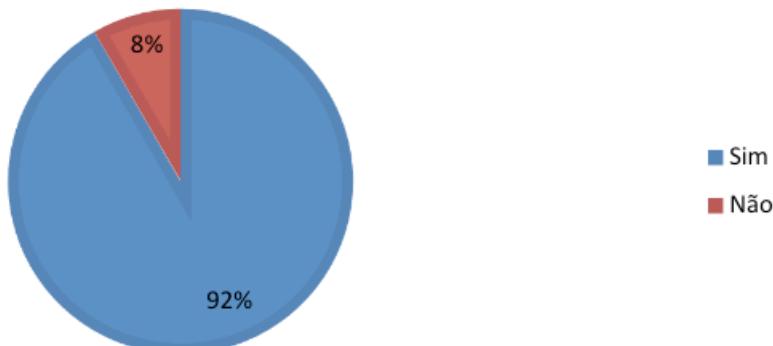


Gráfico 7: "Nas aulas envolvendo experimentos de química, os assuntos são mais fixados do que com aulas teóricas?"

FONTE: Pesquisa de Campo (2016).

Mediante a leitura do gráfico é perceptível que 92% dos alunos afirmam que as aulas com experimentos são mais absorvidas do que as aulas teóricas, e já 8% afirmam o contrário. Sobre essa perspectiva grande partes dos alunos conseguiram relacionar a teoria vista com o professor, ao experimento que foi realizado. Esse resultado concorda com Plicas *et. al.* (2010) quando justifica que a importância da experimentação é de auxiliar o aluno na compreensão de conceitos químicos, por isso a experimentação deveria fazer parte do contexto escolar.

## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho demonstrou que a construção dos Kits de laboratório, substituídos por materiais alternativos, para a elaboração de atividades experimentais para o ensino de química na educação de jovens e adultos (EJA), vem a ser uma boa ferramenta de auxílio para as escolas que não dispõe de uma infraestrutura adequada para essa prática. Os kits demonstraram ter a mesma eficiência dos equipamentos dos laboratórios.

Os professores tem vontade de realizar uma aula mais dinâmica o que acontece é que às vezes eles não têm tempo e material para produzir, então os kits já dispostos seriam um bom recurso pedagógico para auxiliar o docente em suas aulas. A construção dos kits com materiais alternativos para aulas experimentais no ensino de química como foi observado é uma metodologia que facilita a assimilação dos conhecimentos de forma descontraída e aplicada, além de mostrar aos docentes

e demais atuantes da educação que não é preciso muitos recursos financeiros para revelar aos alunos as aulas experimentais, carecendo explorar de forma mais abrangente os diversos recursos alternativos disponíveis em nosso meio.

Observou-se que após a realização do trabalho de pesquisa, houve melhorias no processo ensino-aprendizagem dos alunos, pois, estes passaram a interagir, respondendo aos questionamentos que eram feitos durante as aulas experimentais com maior conhecimento sobre os assuntos abordados e passaram também a participar das aulas com maior índice de assiduidade e pontualidade, o que antes não acontecia, pois os discentes não mostravam interesse pela disciplina de Química.

É importante que essa metodologia seja aplicada, pois esta facilita tanto para o docente quanto para o discente, na construção de conhecimentos e de um espirito de criatividade de ambos.

## REFERÊNCIAS

ASSIS, Mariana da Silva. **Experimentação como estratégia didática para o ensino de química na educação de jovens e adultos.** 2011.32 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso Superior de Química – Bacharelado em Química. Universidade Federal do Rio Grande do Sul instituto de Química (UFRGS). Porto Alegre, 2011.

BRASIL, Ministérios da Educação. **Lei nº 9.394**, de 20 de dezembro de 1996. Brasília: MEC, 1996.

CARRIJO, I. **Do professor “Ideal” ao professor possível/** Araraquara JM Editora, 1999. p. 122. CDD –371.144.

FILHO, F. S. L; CUNHA, F. P.; CARVALHO, F. S.; SOARES, M. F. C. **A importância do uso de recursos didáticos alternativos no ensino de química: Uma abordagem sobre novas metodologias.** ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer -Goiânia, vol.7, N.12; 2011.

GIORDAN, Marcelo. **O papel da Experimentação no ensino de ciências.** Química Nova na Escola, nº 10, novembro 1999.

GONÇALVES, P. Fábio; GALIAZZI, C. Maria. **A natureza das atividades experimentais no ensino de ciências.** In: MORAES, Roque; MANCUSO, Ronaldo. **Educação em ciências: produção de currículos e formação de professores.** Ijuí: Unijuí, 2004. 237-252.

JUSTI, Rosária. **Modelos e modelagem no ensino de Química: um olhar sobre aspectos essenciais pouco discutidos.** In: SANTOS, Wildson Luiz P. dos; MALDANER, Otavio Aloisio (Org.). **Ensino de Química em foco.** Ijuí (RS): Unijuí, 2010. P.209-230.

MALDANER, O. A.; **Química.** Nova 1999, 22, 289

MELLO, Ana Caroline et al. **REFLEXÕES INICIAIS SOBRE EXPERIMENTAÇÃO NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS.** XIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Foz do Iguaçu; 2011.

OLIVEIRA, M. K. (1999). **Jovens e adultos como sujeitos de conhecimento e aprendizagem.** Revista Brasileira de Educação, n 12, p. 59-73

PEREIRA, Daiane; GERSTBERGER, A. Juliana. **O ensino da química experimental com**

**materiais alternativos.** 2013. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso Superior de Química – Bacharelado em Química Industrial/Licenciatura em Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2013.

**PLICAS, L. M. A. et al, O uso de práticas experimentais em Química como contribuição na formação continuada de professores de Química.** Instituto de Biociências, letras e Ciências exatas – UNESP, São José do Rio Preto, 2010.

**QUEIROZ, S. L. Do fazer ao compreender ciências: reflexões sobre o aprendizado de alunos de iniciação científica em química.** Ciência & Educação, Bauru, v. 10, n. 1, 2004.

**TORRICELI, Enéas. Dificuldades de aprendizagem no Ensino de Química.** (Tese de livre docência), Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais. Faculdade de Educação, 2007.

# CAPÍTULO 3

## QUÍMICA, TEATRO E MÚSICA: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO NÃO-FORMAL

**Fernanda Marur Mazzé**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,  
Instituto de Química  
Natal – RN

**Bianca Beatriz Bezerra Victor**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,  
Instituto de Química  
Natal – RN

**Lorena Gabriele Bezerra dos Santos**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,  
Instituto de Química  
Natal – RN

**Fabrícia Dantas**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,  
Instituto de Química  
Natal – RN

**Carolina Rayanne Barbosa de Araújo**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,  
Instituto de Química  
Natal – RN

**Grazielle Tavares Malcher**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,  
Instituto de Química  
Natal – RN

Química da UFRN para alunos de uma escola estadual de Natal-RN. Foram trabalhados conteúdos de teoria atômica, tabela periódica, propriedades coligativas, cinética química e funções orgânicas. Os alunos da escola elaboraram o roteiro de uma peça teatral e escreveram duas paródias a partir dos conteúdos químicos estudados, produziram grande parte do cenário e atuaram na peça, que foi apresentada durante a CIENTEC 2016. De acordo com a avaliação da oficina, acreditamos que o teatro e a música podem ser estratégias efetivas para comunicar, ensinar e aprender química, além do contribuir para a formação de um cidadão autônomo, criativo, motivado e responsável.

**PALAVRAS-CHAVE:** ensino não-formal, química, teatro, música

**CHEMISTRY, THEATER AND MUSIC:  
A PROPOSAL FOR A NON-FORMAL  
EDUCATION**

**ABSTRACT:** This work used theater and music as tools for chemistry teaching in order to stimulate and motivate students in their teaching-learning process. The workshop was given by graduates from PIBID-Química of UFRN to students of a public school in Natal-RN. Atomic theory, periodic table, colligative

**RESUMO:** Este trabalho utilizou o teatro e a música como ferramentas para o ensino de química, a fim de estimular e motivar os alunos em seu processo de ensino-aprendizagem. A oficina foi ministrada por bolsistas do PIBID-

properties, chemical kinetics and organic functions were worked. The students of the school wrote the script for a play and wrote two parodies from the chemical contents studied, produced much of the scenario and acted in the play, which was presented during CIENTEC 2016. According to the workshop evaluation, we believe that theater and music can be effective strategies for communicating, teaching and learning chemistry, as well as contributing to the formation of an autonomous, creative, motivated and responsible citizen.

**KEYWORDS:** non-formal education, chemistry, theater, music

## 1 | INTRODUÇÃO

Observa-se, no ensino médio, muitos alunos desinteressados e desmotivados com os estudos, interferindo negativamente na aprendizagem (Ausubel et al., 1980). Na área de ciências exatas, esse desinteresse fica ainda mais evidente, muitas vezes pelo fato de o professor usar metodologias mecânicas sem valorizar o potencial do aluno, excluindo, assim, novas abordagens diferenciadas de ensino. Seguindo um modelo de educação no qual o indivíduo não tem liberdade na escolha de caminhos que possam subsidiar a construção do seu próprio conhecimento, o professor muitas vezes torna-se o responsável pelo desestímulo e limitação da aprendizagem, uma vez que ele atua como o detentor de todo conhecimento. Deste modo, o aluno é privado de exercer sua autonomia e, consequentemente, desempenha um papel passivo nesse processo: seu potencial, criatividade e participação são desvalorizados em sala de aula. Neste contexto, o aluno, por inúmeras vezes, não consegue atribuir significado aos conteúdos aprendidos e relacioná-los ao seu cotidiano, aumentando seu desinteresse pela ciência.

A educação não-formal tem sido apontada como um campo destacado nos fóruns de discussão, publicações e nas pesquisas em Educação (Barzano, 2008). O teatro está inserido no universo das artes e é caracterizado por ser uma atividade que mistura teoria e prática, espontaneidade e construção estética, racionalidade e irracionalidade, criatividade e técnica (Dória, 2011). Segundo Barreiro (1996), a música “permite fazer surgir em classe uma relação pedagógica distinta, igualitária e mais construtiva”. Isso pode ser percebido através, por exemplo, da produção de paródias, em que se utilizam músicas do contexto social do aluno para inseri-los no contexto escolar, contribuindo de forma significativa para a construção do conhecimento.

Pensando nesse abrangente leque de possibilidades que o teatro e a música podem proporcionar, é possível utilizá-los como ferramentas de ensino a serem aplicadas em diversas disciplinas. Dessa forma, buscou-se relacionar a Química com o teatro e a música, desempenhando um papel lúdico e motivador à medida que desenvolve o conhecimento químico dos estudantes e suas habilidades através de composições teatrais e musicais.

Nessa perspectiva, o uso do teatro e da música pode promover um importante papel no processo de ensino-aprendizagem do aluno. Segundo Spolin (1998), “o ator aprende por sua própria experiência e através da espontaneidade, onde o ator escolhe intuitivamente as melhores soluções para resolver qualquer problema cênico, aprendendo assim por meio de sua própria experiência e experimentação”. O aluno, que antes desempenhava um papel passivo e desmotivador nas aulas de química, torna-se um sujeito ativo na sala de aula, cabendo ao professor não mais ser “o detentor de todo conhecimento”, e sim atuar como um “facilitador” desse processo, acreditando nas potencialidades e estimulando a autonomia dos alunos através da tomada de decisão acerca dos conhecimentos adquiridos.

## 2 | METODOLOGIA

A proposta da oficina “Química no Teatro” tem por base algumas das ideias de Spolin (1998) de explorar o conhecimento químico dos estudantes através de suas habilidades. Assim, a oficina tem como objetivo geral explorar a criatividade, as expressões corporais e musicais e a escrita dos alunos na exposição de temas químicos. Por sua vez, o objetivo específico é a discussão do conhecimento que os alunos já possuem sobre determinados temas químicos, e consequentemente, o aprendizado de novos conteúdos no decorrer da oficina, culminando na escrita e encenação de um musical.

Esta oficina foi desenvolvida por integrantes do PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência) de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), que teve como objetivo utilizar o teatro e a música para ensinar química no Ensino Médio. Esta oficina, ministrada durante os dois semestres de 2016 durante uma hora por semana (no horário do Ensino Médio Inovador), envolveu os bolsistas do PIBID-Química (graduandos e professores) e aproximadamente 25 alunos da Escola Estadual Professor Francisco Ivo Cavalcanti, Natal-RN, com idades entre 15 e 20 anos e pertencentes a diferentes séries do ensino médio (1º, 2º e 3º série). Vale ressaltar que inicialmente 45 alunos se inscreveram nesta oficina.

Antes do início da oficina, foi realizado um diagnóstico do ambiente escolar, havendo diálogos informais com os alunos e membros da instituição para a análise do contexto social no qual aquela comunidade estava inserida. A oficina foi dividida em seis grandes momentos, envolvendo atividades dinâmicas, aulas expositivas-dialogadas, jogos, construção de paródias e peça teatral. As atividades programadas foram as seguintes: 1. Apresentação da oficina e escolha dos temas químicos a serem trabalhados; 2. Estudo dos conteúdos químicos; 3. Escrita do roteiro, construção das paródias; 4. Ensaios, confecção dos materiais a serem utilizados na peça; 5. Apresentação da peça teatral; 6. Avaliação.

É importante enfatizar que, em todos esses momentos, houve a participação ativa dos alunos no que diz respeito à produção do roteiro, escrita das paródias

e confecção dos materiais utilizados no cenário. Os bolsistas do PIBID-Química, propositores da oficina, atuaram auxiliando-os nos principais temas abordados, além de orientá-los e conscientizá-los do seu papel durante o percurso de aprendizagem, cabendo aos alunos a responsabilidade pelo empenho em avançar.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados serão apresentados e discutidos a partir dos seis momentos vivenciados pelos alunos.

**Primeiro momento:** Foi apresentada a proposta da oficina (química no teatro), cujo principal objetivo seria escrever e encenar uma peça de teatro dialogando com conteúdos químicos. Estes conteúdos foram selecionados pelos próprios alunos por diversos fatores: parte dos alunos escolheram pela afinidade, outros porque não tinham visto determinado conteúdo no ano anterior e alguns viam nesses assuntos uma oportunidade para fazer uma revisão para o ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio). Foram trabalhados os seguintes conteúdos: teoria atômica, tabela periódica, propriedades coligativas, cinética química e funções orgânicas. Assim, assuntos das diferentes séries foram abordados, permitindo uma importante troca de experiência entre os alunos.

**Segundo momento:** Os conteúdos escolhidos foram ministrados pelas bolsistas de iniciação à docência. Estas aulas foram planejadas para irem além de aulas expositivas-dialogadas: a principal intenção foi dar autonomia aos estudantes na busca pelo conhecimento. Deste modo, foram levadas algumas ferramentas e fontes, tais como vídeos, leitura de paródias e peças teatrais, a fim de inspirá-los, ensiná-los e auxiliá-los na hora de escrever a peça, pois, segundo Balancho e Coelho (1996), a motivação é importante para a aprendizagem, sustentando uma atividade progressiva.

**Terceiro momento:** Iniciou-se o debate sobre o que seria abordado na peça, o tema, personagens e alguns elementos principais. A turma foi dividida em quatro grupos, segundo as características/afinidades que cada aluno possuía, ou seja, maior habilidade/aptidão em se comunicar, interpretar, escrever, cantar ou tocar algum instrumento musical, confeccionar materiais a partir de objetos recicláveis como caixa de leite, papelão, garrafas PET, filtro de café, e outros. A divisão das funções ficou definida da seguinte forma: roteiristas, atores, produção do cenário e músicos-compositores das paródias. Após muito debate, foi decidido que a peça retrataria um programa de TV, o “FIC na química” (nome em homenagem à escola - “FIC” é a abreviatura de Francisco Ivo Cavalcanti), e durante a exibição do programa haveria várias cenas nas quais diversos conteúdos da química seriam trabalhados.

A cada semana os alunos traziam mais ideias: o roteiro e as paródias sofriam modificações constantes. Cada conteúdo químico inserido tanto na peça como nas

paródias era supervisionado e revisado pelos bolsistas e pela professora, com o intuito de verificar se os alunos estavam apresentando quaisquer erros conceituais. Esse foi um momento bastante importante para o aprendizado do conteúdo uma vez que, depois de detectado certos erros, eram realizadas conversas informais de modo a identificar os porquês da confusão na hora da aplicação desses conceitos na peça, introduzindo os conceitos corretos aceitos cientificamente. Vários estudos mostram a importância do erro no processo de aprendizagem. “Conhecemos contra um conhecimento anterior, destruindo conhecimentos mal feitos, superando aquilo, que no próprio espírito, tornou-se obstáculo à sua espiritualização” (Bachelard, 1996). Foi possível notar que, mesmo após a revisão das paródias, ainda existiam alguns obstáculos epistemológicos na composição das paródias e, nesse momento, foi importante reforçar isso mais uma vez junto aos alunos.

Foram escritas duas paródias: uma abordando o conteúdo de tabela periódica e outra o conteúdo de química orgânica. Segue um dos trechos de uma das paródias em que eles utilizaram a música “Famosa (Billionaire)” de Cláudia Leite: “**(...) Visto que o carbono é tetravalente fazendo até quatro ligações diferentes, com seus próprios átomos ou com elementos diferentes para ter estabilidade e deixar de ser carente (...)**”. Nesse trecho, é possível notar que os alunos conseguiram assimilar o conteúdo abordado na sala de aula, possibilitando a criação desta paródia. Porém, ao longo de todo o processo de construção, procurou-se sempre estar muito atento porque em algumas partes das paródias podem haver concepções alternativas, obstáculos epistemológicos e até erros conceituais, sendo muito importante nesse momento a intervenção do professor ou bolsistas para explicar esses termos, corrigindo-os.

**Quarto momento:** Esse momento, destinado aos ensaios, foi o mais difícil e, por vezes, pensamos que não conseguiríamos atingir o objetivo de apresentar a peça teatral. Como seriam necessários muitos ensaios, marcamos horários extras e, com isso, alguns estudantes não compareciam, havendo uma lacuna nas falas dos personagens e desestimulando até quem estava sempre presente. Então, reunimos todo o grupo e promovemos uma discussão sobre comprometimento, responsabilidade e sociedade. Foi bastante interessante notar a mudança de postura dos alunos após essa reunião: eles passaram a se sentir integrantes de um todo, aflorando-lhes o sentimento de coletividade. A partir de então, foi possível cumprir quase que integralmente o cronograma de ensaios.

**Quinto momento:** A apresentação da peça teatral ocorreu no dia 20 de outubro de 2016 as 11h no auditório da Escola de Música da UFRN, durante a Mostra Cultural da XXII Semana de Ciência Tecnologia e Cultura da UFRN (CIENTEC 2016). Esta apresentação está disponível em <https://youtu.be/WWVh23213xs>. Ao final da apresentação, os alunos, antes apreensivos, demonstraram-se bastante aliviados com a forma positiva com que o público reagiu. Muitos se surpreenderam com a desenvoltura em que atuaram durante a peça, sendo que alguns alunos foram além

do que estava no roteiro pois conseguiram fazer uso de analogias com os conteúdos químicos trabalhados em seu cotidiano. Isso vai ao encontro das ideias de Spolin (1998) que utilizou a improvisação na Educação de um modo geral, uma vez que as improvisações teatrais refletem a interpretação de um conhecimento.

**Sexto momento:** Após a apresentação na CIENTEC 2016, foi planejado e aplicado um questionário contendo quatro perguntas a fim de proceder a uma avaliação sobre a oficina realizada. O questionário foi realizado com treze alunos (não identificados). Muitas das respostas apresentadas foram bastante similares, de modo que apenas algumas respostas para cada uma das perguntas foram elencadas por serem representativas. O quadro 1 apresenta as perguntas do questionário e algumas das respostas selecionadas.

#### **1) O que levou você a participar da oficina?**

“O que me motivou foi o fato de amar teatro. Mas confesso que depois que já estava envolvida comecei a gostar mais de química.”  
“Primeiro por causa dos pontos, e por causa de Marli que é uma ótima professora.”  
“O fato de eu já estar envolvida com as artes cênicas, e quando me vi diante da oportunidade de entender mais de química misturando com algo que eu goste decidi entrar.”  
“O fato da minha dificuldade em química, e já ouvia falar que lá se tirava dúvidas, assim passei a gostar e entender química.”  
“Eu achei legal a ideia do teatro na escola.”

#### **2) Quais assuntos abordados durante a oficina você tinha dificuldades de compreender? E após a oficina, o que mudou?**

“Eu tinha dificuldade em tabela periódica, pois eu não aprendi no 1º ano do ensino médio e após a peça eu entendi.” “Todos os assuntos. Melhorei em química orgânica.”  
“Eu consegui entender mais a cinética química que, aliás, é o assunto que estou estudando em sala de aula, e agora me parece muito mais fácil.”  
“Cinética, química orgânica, e propriedades coligativas, agora a compreensão desses assuntos ficou mais clara.”  
“Eu ainda tenho dificuldades no assunto de cinética e química orgânica, percebi que há muito a se aprender ainda.”

#### **3) Na sua opinião, a utilização do teatro e música como ferramenta de ensino para o aprendizado foi eficaz?**

“Sim, achei bastante eficaz, porque teatro e música é algo que envolve todo mundo.”  
“Sim, ajudou muito a compreender os assuntos.”  
“Com certeza, tornou tudo mais fácil.”  
“Sim, com certeza.”  
“Sim, com certeza essa oficina deve ser aplicada novamente.”

#### **4) Qual foi a sensação de ter apresentado a peça na CIENTEC? O que mais gostaram durante o espetáculo?**

“Gratidão é o sentimento, porque naquele momento eu estava passando para outros o que havia aprendido através do projeto.”  
“Muito nervosismo, mas depois fiquei muito feliz com a realização da peça.”  
“Adorei! Fazer as pessoas rirem é algo maravilhoso.”  
“Ansiedade, nervosismo e logo após gratificação, felicidade.”  
“Senti medo de errar tudo e todos rirem de mim.”

Quadro 1: Questionário aplicado no sexto momento e algumas respostas

Pela análise das respostas, foi possível perceber o grande entusiasmo pela estratégia e pela eficácia que o teatro e a música possuem na facilitação da aprendizagem do conteúdo de química, sendo notório como esta metodologia satisfaz boa parte dos objetivos esperados.

## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo apresentar uma proposta de ensino não-formal no campo do conhecimento da química por meio do teatro e da música. Muitas barreiras foram enfrentadas, tais como a falta de comprometimento por parte de alguns alunos, resistência inicial dos alunos por estarem acostumados a atividades passivas e inexperiência no campo das artes dos bolsistas do PIBID-Química da UFRN. Durante o decorrer das atividades, a construção do conhecimento químico por meio do teatro e da música foi sendo observada a cada atividade e a cada etapa concluída. O assunto químico e sua aplicação na peça foi uma etapa bastante rica no processo de ensino-aprendizagem. Como os estudantes tiveram muita autonomia ao longo de toda a oficina, observou-se que o aprendizado ocorreu através de trocas simultâneas bastante intensas. Com base no exposto acima e na experiência adquirida ao longo de toda a oficina, pode-se inferir que esta abordagem química diferenciada, por meio do teatro e da música, foi capaz de motivar os alunos a aprenderem mais sobre a química, além de contribuir de maneira significativa para o desenvolvimento de competências e habilidades importantes para a formação do cidadão, como o trabalho em grupo, a criatividade e o respeito para com as diferenças do outro.

## REFERÊNCIAS

- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1980). **Psicologia educacional**. Tradução Eva Nick. In Interamericana (eds). Rio de Janeiro, Brasil.
- Bachelard, G. (1996). **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. In Contraponto (Eds). Rio de Janeiro, Brasil.
- Balanco, M. J. S., & Coelho, F. M. (1996). **Motivar os alunos, criatividade na relação pedagógica: conceitos e práticas**. In Lisboa Texto (Eds). Porto, Portugal.
- Barreiro, C. M. (1996). **Las canciones como refuerzo en las cuatro destrezas**. In: Didáctica de las segundas lenguas: estrategias y recursos básicos. Madrid: Santillana.
- Barzano, M. A. L. (2008). **Educação não-formal: Apontamentos ao Ensino de Biologia**. *Ciência em Tela*, 1(1), 1-5.
- Dória, L. F. (2011). **Metodologia do ensino de teatro**. In Ibpex (Eds). Curitiba, Brasil.
- Spolin, V. (1998). **Improvização para o teatro**. In Perspectiva (Eds). São Paulo, Brasil.

# CAPÍTULO 4

## ATIVIDADES EXPERIMENTAIS SEQUENCIAIS PARA O ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA: EXTRAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS E POLARIMETRIA

**Grazielle Tavares Malcher**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,  
Instituto de Química  
Natal – RN

**Nayara de Araújo Pinheiro**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,  
Instituto de Química  
Natal – RN

**Clarice Nascimento Melo**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,  
Instituto de Química  
Natal – RN

**Gerion Silvestre de Azevedo**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,  
Instituto de Química  
Natal – RN

**Patrícia Flávia da Silva Dias Moreira**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,  
Instituto de Química  
Natal – RN

**Fernanda Marur Mazzé**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,  
Instituto de Química  
Natal – RN

**Renata Mendonça Araújo**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,  
Instituto de Química  
Natal – RN

aulas experimentais possibilitam aos alunos desenvolverem autonomia e capacidade de tomar decisões, de avaliar e resolver problemas. Desse modo, o planejamento e a aplicação de aulas experimentais em consonância com as aulas teóricas é capaz de promover no alunado uma melhor fixação dos conteúdos expostos em sala de aula. O presente trabalho traz uma proposta de atividades experimentais sequenciais a serem trabalhadas nas aulas de química orgânica. Nesta perspectiva, sugere-se o encadeamento das aulas de extração de óleos essenciais e de polarimetria, abordando diferentes conteúdos desta área do conhecimento. As atividades experimentais foram realizadas em dois momentos distintos, finalizando com um questionário de opinião. De acordo com os resultados alcançados, acreditamos que este tipo de metodologia de aulas experimentais sequenciais poderia em alguma medida auxiliar na compreensão dos conteúdos e despertar um maior interesse dos alunos.

**PALAVRAS-CHAVE:** química orgânica, atividade experimental, óleo essencial, polarimetria.

SEQUENTIAL EXPERIMENTAL ACTIVITIES  
FOR ORGANIC CHEMICAL TEACHING:  
ESSENTIAL OIL EXTRACTION AND

**RESUMO:** No ensino da ciência química, as

**ABSTRACT:** In teaching chemical science, experimental classes enable students to develop autonomy and the ability to make decisions, evaluate and solve problems. Thus, the planning and application of experimental classes in line with the theoretical classes is able to promote better fixation of the contents exposed in the classroom. This paper presents a proposal of sequential experimental activities to be worked in organic chemistry classes. In this perspective, it is suggested classes of extraction of essential oils and polarimetry, involving different contents of this area of knowledge. The experimental activities were performed in two different moments, ending with an opinion questionnaire. According to the results achieved, we believe that this type of sequential experimental class methodology could to some extent help in understanding the contents and motivate the students.

**KEYWORDS:** organic chemistry, experimental activity, essential oil, polarimetry.

### 1 | INTRODUÇÃO

A química pode ser definida como o estudo científico da constituição da matéria, suas propriedades, transformações e as leis que as regem. Assim sendo, existem teorias e leis que explicam e descrevem fenômenos observados experimentalmente. Uma grande dificuldade enfrentada no ensino dessa área é buscar a correlação entre os conteúdos ministrados teoricamente e a parte prática, e entre as diversas subáreas da química. As Diretrizes Curriculares Nacionais para cursos de Química (Brasil, 2002) apregoam a busca pela interdisciplinaridade, de modo a integrar conteúdos e evitar suas compartmentalizações. Entretanto, muitos cursos superiores ainda abordam os conteúdos de suas aulas experimentais de modo fragmentado, não havendo conexão entre as aulas experimentais (Mazze et al., 2017). Desenvolver uma conexão entre uma aula e outra, buscando a melhoria da qualidade do ensino de química, pode fomentar o interesse do aluno através de seu envolvimento de forma ativa, criadora e construtiva, oportunizando ao aprendiz uma reflexão crítica e um desenvolvimento cognitivo (Pontara e Mendes, 2017).

Ao longo de uma aula prática os alunos em grupos dialogam para poder observar e interpretar os fenômenos em um experimento. Observar, classificar e prever não são apartados da teoria. É preciso aprender a observar, e os experimentos em sala de aula podem ser planejados de modo a favorecer a explicitação dos conhecimentos de quem observa (Gonçalves e Galiazzi, 2004). Apreciar esta compreensão das atividades experimentais significa sinalizar para a superação da dicotomia entre teoria e prática/experimentação. Para Pereira (2010), os alunos devem ser estimulados a explorar suas opiniões, incentivados pelo professor a refletirem sobre o potencial que suas ideias têm para explicar fenômenos e apontamentos levantados na atividade experimental. A ajuda pedagógica do professor é essencial para que haja

intervenções e proposições que contribuam aos processos interativos e dinâmicos que caracterizam a prática experimental de ciências. Essa mediação do professor deve extrapolar a observação empírica, problematizando, tematizando e contextualizando o experimento. Assim, uma aula experimental aberta às possibilidades de erro e acerto é capaz de manter o aluno comprometido com sua aprendizagem (Giordan, 1999).

Neste contexto, O desafio que então se apresenta é o de propiciar um ambiente dialógico entre a teoria e o experimento, sem que uma regra de procedência e hierarquia seja estabelecida é desafiador (Amaral e Silva, 2000). De acordo com Mortimer, Machado e Romanelli:

[...] o pressuposto de que se deva, no ensino, esgotar um conceito para poder aplicá-lo pode ser questionado, pois é justamente nas aplicações do conceito que se explicitarão as relações a serem estabelecidas entre os conceitos. Além disso, existem tendências na psicologia contemporânea que consideram os conceitos inseparáveis dos contextos de aplicação, uma vez que o aluno tende a recuperar conceitos a partir desses contextos de aplicação e não no vazio (Mortimer et al., 2000).

Tendo em vista que nas disciplinas de química orgânica experimental do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte já existia um experimento que tratava da extração de óleos essenciais a partir da técnica de destilação, mais especificamente a hidrodestilação, observou-se uma janela de oportunidade para ligar essa aula pré-existente com uma nova prática que pudesse analisar a atividade ótica de moléculas presentes nos óleos extraídos usando a técnica de polarimetria. Dessa maneira, os alunos não somente teriam o acesso a uma prática experimental nova, mas teriam também a oportunidade de conectar os conhecimentos de duas aulas distintas.

A inserção da prática de polarimetria contempla a observação da atividade ótica de substâncias que são estudadas teoricamente nas disciplinas de Química Orgânica, sendo relacionados conceitos de quiralidade, isomeria, entre outros. A importância das substâncias opticamente ativas na constituição e funcionamento dos seres vivos pode ser observada, por exemplo, nos mecanismos de ação enzimática (tipo chave-fechadura) e no estudo de fármacos (Barreiro, 2001). Deste modo, é fundamental realizar a caracterização e a separação de pares enantioméricos. A utilização de métodos clássicos, tais como ponto de fusão e ebólition, solubilidade, índice de refração, não permite sua diferenciação e separação uma vez que tais propriedades são idênticas para cada um dos enantiômeros. Entretanto, eles diferem entre si pela sua capacidade de girar o plano da luz polarizada em direções opostas (Bagatin et al., 2005).

A polarimetria é uma técnica que analisa a rotação no ângulo da luz polarizada que uma substância pode realizar. A substância é dita “opticamente ativa” quando desvia o plano da luz polarizada e, assim, possui uma constante de rotação específica. O ângulo observado de rotação da luz polarizada no plano depende de uma série de

fatores, sendo os mais importantes o comprimento do caminho (tamanho do tubo), concentração, temperatura, solvente e comprimento de onda. Todos esses fatores são correlacionados em uma equação matemática, que é utilizada para comprovação dos resultados observados na prática:

$$[\alpha]^{25^\circ C} \text{ }_{589.3\text{nm}} = \frac{\alpha}{l \cdot C}$$

Em que:

- $[\alpha]^{25^\circ C} \text{ }_{589.3\text{nm}}$  é a rotação específica à 25°C em uma luz com 589,3 nm (luz de sódio)
- é o ângulo observado
- l é o comprimento da ampola em decímetros (1 ou 2 dm)
- C é a concentração em g/mL

O açúcar comercial é um material de fácil obtenção que possui em sua composição a sacarose (figura 1), molécula que tem centros quirais e, por isso, apresenta atividade ótica. Logo este material pode ser utilizado tanto para a calibração do polarímetro quanto para a compreensão do funcionamento do aparelho. A sacarose possui uma rotação específica de 66,5° e tem potencial para ser utilizada em uma aula experimental de polarimetria, além do óleo essencial da casca da laranja, que contém grande composição em limoneno (figura 2), substância opticamente ativa, conectando as aulas e utilizando cascas residuais de laranjas, coletadas em cantinas da própria universidade.

Acreditamos que o planejamento e a aplicação das aulas experimentais de química orgânica de modo sequencial e em conjunto com as aulas teóricas no ensino de química poderá promover no alunado uma melhor aceitação do conteúdo e um melhor aprendizado.

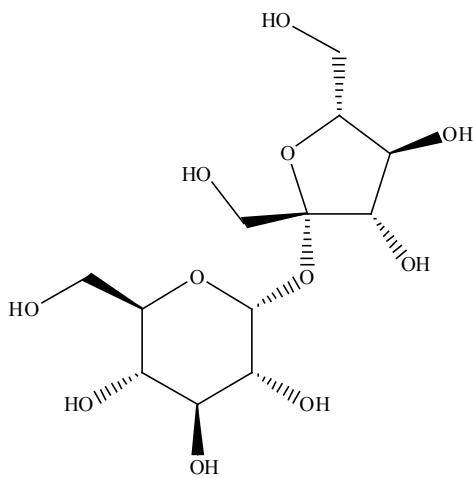


Figura 1: Molécula de sacarose.



Figura 2: Molécula de (R)-Limoneno.

## 2 | METODOLOGIA

O experimento de polarimetria integrado com a extração de óleos essenciais foi inserido nas disciplinas de Química Orgânica Experimental e teve sua primeira execução no segundo semestre de 2017 em duas turmas, sendo toda a proposta desta atividade experimental dividida em dois momentos.

O primeiro momento com duração de 2 aulas (cada aula com 50 minutos) teve como objetivo explicar e realizar a prática de destilação, que compreende o uso de vários sistemas de destilação. Dentre os sistemas dispostos na aula, o de hidrodestilação (figuras 3 e 4) foi escolhido para ser utilizado na extração do óleo essencial das cascas de laranja, visto que possui o melhor rendimento de extração.



Figura 3: Preparação do substrato para destilação.



Figura 4: Sistema de hidrodestilação.

Entretanto, mesmo com a escolha prévia, a quantidade de óleo destilada foi muito pequena (figura 5), sendo necessário usar o produto de uma destilação prévia do mesmo óleo. Então, uma solução de concentração 10% do óleo (figura 5) extraído foi preparada pelos monitores para observação na aula posterior, que seria sobre a análise da rotação específica de substâncias com atividade ótica.

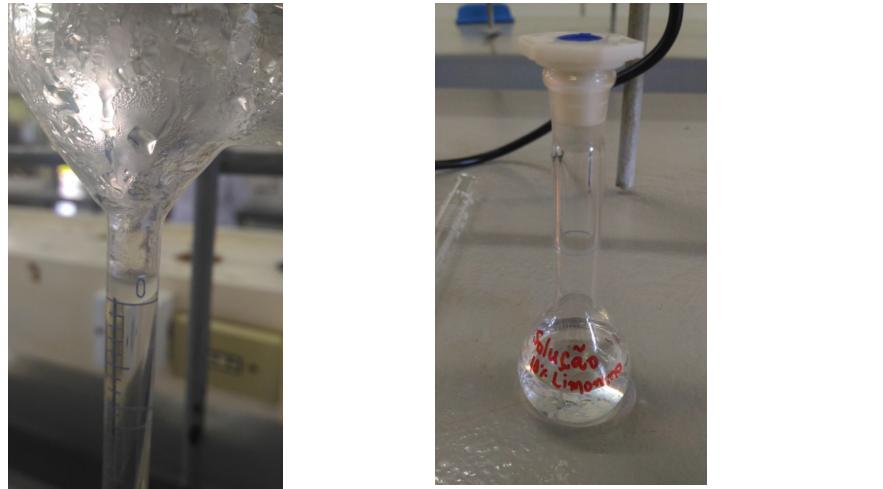


Figura 5: Óleo destilado na aula (foto da esquerda) e solução do óleo preparada (foto da direita)

No segundo momento da atividade proposta, com duração de também 2 aulas, os alunos foram apresentados ao roteiro da prática experimental de polarimetria. A professora não teceu comentários específicos sobre a prática ou funcionamento do aparelho para que os alunos, posteriormente, pudessem opinar com mais honestidade sobre a clareza da prática, mas fez uma explanação sobre os objetivos e procedimento experimental que eles deveriam seguir. Nesse momento os alunos tiveram que utilizar conhecimentos prévios (preparação de soluções, aferimento) e o desenvolvimento de novos conhecimentos (observação da rotação da luz polarizada causado pela atividade ótica das substâncias escolhidas). O segundo momento foi dividido em três etapas: (i) Preparação das soluções de sacarose; (ii) Utilização do polarímetro para realizar a medição do ângulo de rotação da luz; (iii) Observação do desvio da luz polarizada pela solução do óleo essencial.

## 2.1 Preparo das soluções de sacarose:

Na etapa de preparação das soluções de sacarose (figura 6), os alunos deveriam pesar um grama de açúcar comercial em dois bêqueres para preparar duas soluções de concentrações 4% e 2% em balões de 25 mL e 50 mL, respectivamente. Além dessas soluções havia outras duas preparadas previamente: uma de concentração 10% e outra de concentração desconhecida.

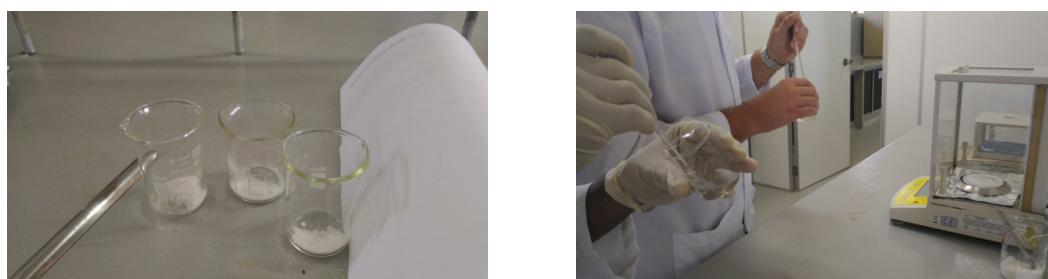




Figura 6: Etapas de preparação das soluções de sacarose.

## 2.2 Utilização do polarímetro para realizar a medição do ângulo de rotação da luz:

Os alunos, após a preparação das soluções e seguindo o procedimento experimental do roteiro, realizaram as seguintes atividades (figura 7):

1. Escolheram um tubo entre os dois disponíveis para tornar possível a análise;
2. Preencheram o volume do tubo o máximo possível com água destilada, para evitar o aparecimento de bolhas, e usaram o polarímetro para identificar o desvio da luz polarizada.
3. Com cada solução de sacarose, eles repetiram o mesmo procedimento realizado com a água destilada, sendo recomendados a utilizar o mesmo tubo para todas as medidas, diminuindo o número de valores variáveis nas medidas.

Foi requisitado que os valores observados pela utilização do polarímetro fossem anotados para posterior cálculo utilizando regressão linear e obtenção do valor médio de rotação específica.

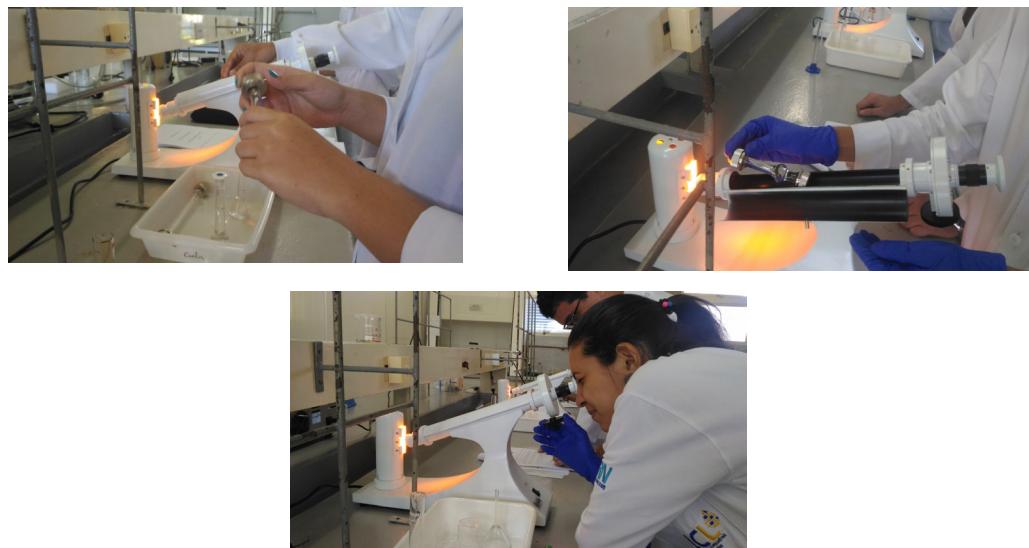


Figura 7: Etapas da utilização do polarímetro.

## 2.3 Observação do desvio da luz polarizada pela solução do óleo essencial:

Seguindo o mesmo procedimento utilizado anteriormente, um tubo foi preenchido

com a solução de óleo essencial de laranja, que contém 90% de limoneno (substância oticamente ativa), de concentração 10%. Logo, a solução preparada, era de 9% de limoneno. O mesmo tubo foi compartilhado por todos os grupos e cada um observou a rotação da luz pelas moléculas contidas no óleo.

A fim de avaliar o método empregado, como forma de associação entre as duas aulas experimentais (primeiro momento – extração do óleo essencial; segundo momento – polarimetria), e de que forma esse foi aceito e percebido pelos alunos, foi elaborado e aplicado um questionário de opinião baseado em uma escala de concordância, que pode ser visto no quadro 1. Um espaço para críticas e sugestões também foi disponibilizado aos alunos de modo que pudessem expressar abertamente a opinião sobre o experimento.

ITEM	1	2	3	4	5
1. Eu entendi a proposta do experimento.					
2. Achei bastante interessante fazer a associação entre a aula experimental de extração de óleos essenciais e a de polarimetria.					
3. É interessante usar materiais do nosso cotidiano para realizar os experimentos.					
4. Após o experimento de polarimetria, ficou mais fácil fazer a correlação com a aula teórica.					
5. Achei bastante claro o roteiro fornecido pelo professor para a realização do experimento de polarimetria.					
6. Manusear equipamentos no laboratório é importante para a minha formação como químico.					
7. Gostaria que mais aulas experimentais tivessem conexão com a aula anterior, para observar a aplicação do produto obtido nos experimentos.					

Quadro 1: Questionário de opinião aplicado aos estudantes sobre a prática de polarimetria interligada à aula de extração de óleos essenciais

Legenda: Discordo plenamente (1), Discordo (2), Indeciso (3), Concordo (4) e Concordo plenamente (5).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para cada uma das sete afirmativas do questionário, foi feito um gráfico do tipo pizza a fim de melhor observar as respostas dos alunos. Estes gráficos se encontram na figura 8.

De modo geral, constata-se que as opiniões tornam-se mais divididas quando se trata da escrita do roteiro, do entendimento do propósito da prática e da correlação entre a aula teórica e a técnica. Esse é um resultado relativamente previsível, uma vez que os discentes não têm o costume de ter tanta autonomia em

uma prática, de modo que o professor, no início da aula, normalmente orienta todos os procedimentos que devem ser seguidos e o porquê de cada etapa. Ademais, o professor geralmente faz uma revisão teórica sobre o assunto da aula experimental, o que de certa forma deixa os alunos habituados a não tentarem realizar os procedimentos sozinhos e nem pensar no porquê de cada etapa.

Em contrapartida, o experimento foi bastante aceito pelos participantes, se avaliarmos as opiniões em relação ao uso de materiais cotidianos, inserção de uma nova prática para a formação como químico, e a correlação entre aulas distintas. Esse era um resultado almejado, dada a importância de os discentes se interessarem por assuntos determinados e, a partir daí, criarem uma nova perspectiva sobre o ensino.

Em relação ao espaço destinado às críticas e sugestões, alguns comentários foram escritos pelos alunos e alguns deles estão destacados no quadro 2. As ressalvas dos alunos sobre o roteiro experimental se concentraram em alguns temas principais: explicação da leitura do desvio no polarímetro, bem como o manuseio do equipamento; desorganização do roteiro; necessidade de mais figuras e fluxogramas para entendimento mais eficaz. Nota-se que o roteiro experimental deve passar por modificações para atender às exigências intelectuais dos alunos, afinal, ele deve estar o mais claro possível para quem irá utilizá-lo. Daí a importância de abrir um espaço para a discussão da forma como o roteiro é apresentado nas aulas experimentais.

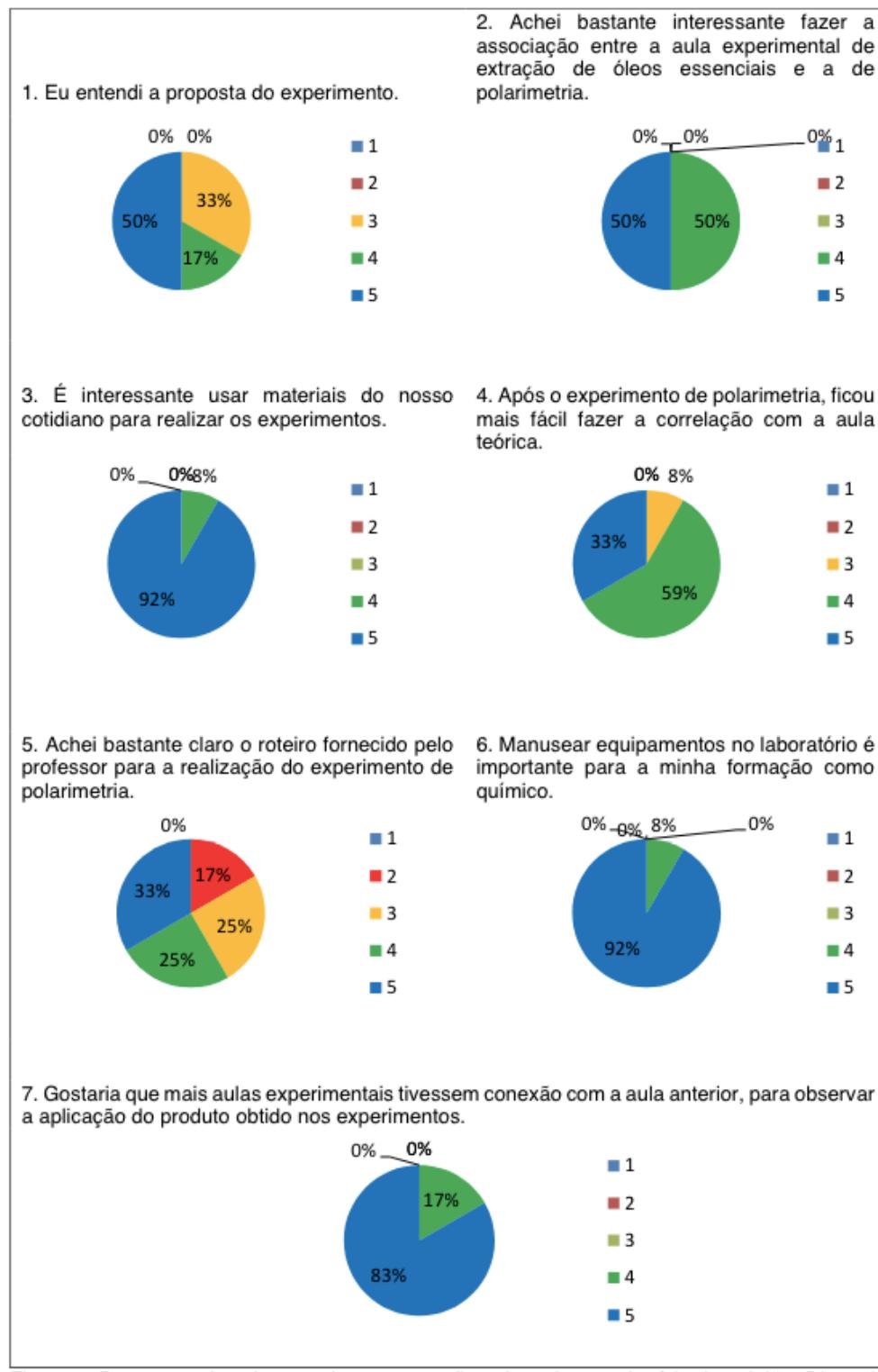


Figura 8: Respostas dos alunos sobre as sete afirmativas do questionário de opinião. Discordo plenamente (1), Discordo (2), Indeciso (3), Concordo (4) e Concordo plenamente (5).

Por outro lado, podemos destacar alguns pontos avaliados como positivos pelos alunos: uso de materiais cotidianos; introdução de uma nova técnica para o repertório como químico; conexão entre uma aula e outra, utilizando o óleo extraído na aula de destilação. A possibilidade de manusear um equipamento tão conhecido teoricamente e pouco conhecido na prática, e ainda aplicar materiais cotidianos, como a casca de laranja, fez com que os estudantes ficassem curiosos e empolgados a respeito da prática devido a essa experiência de realidade aproximada. A conexão

entre uma aula e outra também aumentou o interesse pela prática, visto que é comum o estudante pensar “para que serve” tal produto obtido por eles mesmos em uma determinada prática. Esse é um reflexo da postura que algumas instituições tomam para com os alunos, dado que não é frequente fazer uma ponte entre uma aula e outra, e sim utilizar materiais completamente diferentes um dos outros em aulas distintas, não havendo, assim o reaproveitamento de um material obtido pelos próprios alunos em uma aula anterior.

“Em geral o experimento foi ótimo, mas deve ser deixado mais claro a forma de observação do desvio observado.”

“A única ressalva é organizar um pouco mais o roteiro em relação à preparação do polarímetro.”

“É bastante interessante utilizar materiais do cotidiano e mostrar que a ciência está presente na nossa vida mais do que imaginamos.”

“O experimento foi bastante interessante, principalmente porque eu não conhecia a técnica.”

Quadro 2: Alguns comentários dos alunos sobre a aula experimental de polarimetria interligada à aula de extração de óleos essenciais

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação (Guimarães, 2009). As práticas experimentais contribuem de maneira significativa com os alunos, desenvolvendo uma melhoria qualitativa, especialmente na compreensão de conceitos, no desenvolvimento da escrita e da fala e no uso de linguagem química, relacionando o processo histórico e a elaboração do conceito pelo aluno ao desenvolver o experimento. Práticas experimentais sequenciais podem ser utilizadas enquanto estratégias para tentar minimizar a compartmentalização do conhecimento.

Em geral, o novo experimento de análise da atividade óptica de moléculas quirais pela técnica de polarimetria foi bastante aceito pelos alunos, principalmente porque foram utilizados materiais cotidianos e um aparelho bastante apresentado em aulas teóricas, mas dificilmente visto ou utilizado pessoalmente, o que os deixou empolgados com a prática. Além disso, a conexão entre uma aula e outra interessou os alunos, pois eles puderam ver que é possível reaproveitar elementos de aulas anteriores em aulas posteriores. Contudo, de acordo com as opiniões dos próprios alunos, algumas modificações no roteiro experimental devem ser realizadas para

que haja maior assimilação dos conteúdos.

## REFERÊNCIAS

- Amaral, L.O.F. & Silva, A.C. (2000). **Trabalho Prático: Concepções de Professores sobre as Aulas Experimentais nas Disciplinas de Química Geral**. Cadernos de Avaliação, Belo Horizonte, v.1, n.3.
- Bagatin, O.; Simplício, F. I.; Santin, S. M. O. & Filho, O. S. (2005). **Rotação da luz polarizada: Abordagem histórica com proposta experimental**. Química Nova na Escola, n. 21.
- Barreiro, E.J. (2001). **Remédios, dos fármacos e dos medicamentos**. Química Nova na Escola, n. 3.
- Brasil (2002). **Resolução CNE/CES 8**, de 11 de março de 2002. Estabelece as Diretrizes Curriculares para os cursos de Bacharelado e Licenciatura em Química.
- Giordan, M. (1999). O papel da experimentação no ensino de ciências. Química Nova na Escola, n. 10.
- Gonçalves, F. P. & Galiazzo, M. C. (2004). A natureza das atividades experimentais no ensino de Ciências: um programa de pesquisa educativa nos cursos de Licenciatura. In: Educação em Ciências: produção de currículo e formação de professores. Ijuí: UNIJUÍ.
- Guimarães, C. C. (2009). **Experimentação no Ensino de Química**. Química Nova na Escola, 31, 3.
- Mazzé, F.M., Malcher, G.T., Cavalcanti, L.N. & Araujo, R.M. (2017). Proposta Didática para as aulas experimentais de química orgânica no ensino universitário. Enseñanza de Las Ciencias, n. Extraordinário, 1869-1875.
- Mortimer, E. F.; Machado, A. H. & Romanelli, L. I. A. (2000). **Proposta Curricular de Química do Estado de Minas Gerais: Fundamentos e Pressupostos**. Química Nova, São Paulo, 23, 2.
- Pereira, B. B. (2010). **Experimentação no ensino de ciências e o papel do professor na construção do conhecimento**. Cadernos da FUCAMP, 9, 11.
- Pontara, A. B. & Mendes, A. N. F. (2017). **O Estudo de Funções Inorgânicas: Uma Proposta de Aula Investigativa e Experimental**. Kiri-kerê: Pesquisa em Ensino, n. 2.
- Queiroz, S. L. (2004). **Do fazer ao compreender ciências: reflexões sobre o aprendizado de alunos de iniciação científica em química**. Ciência & Educação, 10, 1.

## APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMA: APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DESTA METODOLOGIA PARA O ENSINO DE ESTEQUIOMETRIA

**Bianca Mendes Carletto**

Universidade Federal do Espírito Santo, Campus  
São Mateus.  
São Mateus - ES

**Ana Nery Furlan Mendes**

Universidade Federal do Espírito Santo, Campus  
São Mateus.  
São Mateus - ES

**Gilmene Bianco**

Universidade Federal do Espírito Santo, Campus  
São Mateus.  
São Mateus - ES

**RESUMO:** A metodologia conhecida como Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) é pouco aplicada para o ensino de química no nível médio. Desta forma, foi realizada uma pesquisa qualitativa descritiva, com objetivo de aplicar a metodologia a sessenta e seis alunos da 3<sup>a</sup> série do ensino médio, além de analisar a eficácia e a superação das dificuldades dos alunos no estudo da estequiometria com a aplicação da ABP. Com isso, foram utilizados os sete passos propostos pela metodologia, na qual foi aplicado um questionário para saber a opinião desses acerca da ABP. Os resultados mostraram que ao utilizar a ABP houveram indícios de uma aprendizagem significativa.

**PALAVRAS-CHAVE:** Química. Estequiometria. Método ABP.

PROBLEM-BASED LEARNING: APPLICATION  
AND EVALUATION OF THIS METHODOLOGY  
FOR TEACHING STOICHIOMETRY

**ABSTRACT:** The methodology known as Problem Based Learning (ABP), is little applied to the teaching of chemistry. In this way, a descriptive qualitative research was carried out, aiming to apply the methodology to sixty six students of the third grade of secondary education, besides analyzing the effectiveness and the overcoming of the difficulties of the students in the study of stoichiometry with the ABP application. Thus, the seven steps proposed by the methodology were used, where a questionnaire to know their opinion about BPA. The results showed that when using PBL, there was evidence of significant learning.

**KEYWORDS:** Chemistry. Stoichiometry. ABP method.

### 1 | INTRODUÇÃO

A química está presente em todas as coisas que podemos visualizar e em todos os lugares. Tudo em nosso planeta é formado por partículas, substâncias e elementos químicos, sendo assim “a química estuda os materiais,

suas propriedades, suas transformações” (MATEUS, 2008, p. 11). Segundo Quadros e colaboradores (2011), a preocupação com a aprendizagem dos conteúdos de química no ensino médio tem sido o objeto de atenção entre pesquisadores e profissionais da área comprometidos com um ensino de qualidade, quando afirma que “Ensinar Química tem sido, nas últimas décadas, motivo de preocupação devido aos resultados negativos dos instrumentos de avaliação oficiais [...]”.

Para Leal e colaboradores (2013), o ensino de química nas escolas, é, em muitos momentos, invariavelmente mecânico e desatualizado. A metodologia tradicional por vezes usada torna as aulas puramente expositivas e exaustiva sem a interação efetiva do discente, tornando-os espectadores do processo de ensino-aprendizagem. Além disso, para Bernardelli (2004) “o ensino da química seria bem mais simples e agradável se fossem abandonadas as metodologias ultrapassadas muito utilizadas no ensino tradicional e se investissem mais nos procedimentos didáticos alternativos”.

Portanto, deveria existir uma preocupação por parte dos professores de química em adotar metodologias eficazes, principalmente em conteúdo que requer uma atenção redobrada, como é o caso da estequiometria relatado por Santos e Silva (2014). Com relação ao ensino de estequiometria, Migliato Filho (2005) diz que “A falta de materiais didáticos interfere especialmente no ensino da estequiometria, uma vez que diversos autores apontam este tópico como sendo dos mais difíceis de serem compreendidos pelos estudantes”. Percebe-se assim que o ensino deste conteúdo pode ser considerado difícil de se ministrar se o professor não possuir em mãos metodologias que façam despertar o interesse dos alunos em aprender o conteúdo.

Uma metodologia conhecida como Aprendizagem Baseada em Problemas – ABP (ou PBL sigla em inglês para Problem-Based Learning) faz pensar que ainda há solução na forma de ensinar, principalmente para as aulas de química. Acredita-se que uma educação problematizadora deve substituir a educação tradicional, habilitando nossos educandos a terem uma visão crítica da realidade, estimulando dessa forma a reflexão e a criatividade. A ABP surgiu no final da década de 1960, na Universidade de McMaster no Canadá, no ensino do curso de medicina. Dentre as principais falhas que o método busca superar é o distanciamento do ensino em relação aos contextos profissionais reais (FREITAS, 2012).

A ABP baseia-se no princípio do uso de problemas, sendo o ponto crucial para aquisição do conhecimento, situando a aprendizagem em problemas cotidianos. Esta metodologia se inicia com a criação de uma situação problema baseada em um tema central. O professor, trabalhando com grupos de alunos, pode avaliar o conhecimento prévio que os mesmos possuem acerca de um determinado conteúdo. Logo após, deverá orientá-los numa discussão para que tracem hipóteses e planos para a resolução do problema. Em seguida, o professor poderá propor que os alunos façam uma busca sobre o assunto, por meio da leitura de livros, revistas, sites ou

outros meios de busca, obtendo informações importantes sobre o tema central. Em um novo momento poderá realizar outra troca de ideias e gerar uma discussão, agora com o objetivo de os alunos apresentarem uma resolução para o problema proposto. Nesse caso, o aluno deixa de ser o agente passivo e passa a ter um papel de protagonista na construção do conhecimento. É ele quem vai agir, discutir, elaborar hipóteses, pesquisar e resolver o problema, sendo o professor o facilitador e quem irá auxiliar o aluno a atingir este objetivo (GENTIL; FURLANETTO, 2009).

Assim, propôs-se aplicar a metodologia ABP no ensino do conteúdo de estequiometria no nível médio. Uma vez que o método teve grande êxito em cursos como o de medicina, por que não o utilizar nas aulas de química? Nesse contexto, o presente estudo se justifica pelo fato de se entender a suma importância da utilização de uma metodologia alternativa no estudo de um conteúdo tido pelos alunos do ensino médio como “muito difícil”. Além disso, foram encontrados na literatura poucos trabalhos utilizando a ABP no ensino de Química na educação básica e com o conteúdo de estequiometria. A maioria dos trabalhos encontrados aplicava a ABP no ensino superior.

## 2 | CONTEXTO DO TRABALHO

A ABP tem sido caracterizada no Brasil como uma proposta inovadora, sendo uma das alternativas às formas tradicionais de ensinar. É uma metodologia cujo foco é a participação ativa do aluno, por meio de resoluções de um determinado problema, fazendo com que esse aluno desenvolva habilidades e competências, com o objetivo de construir um conhecimento (BRUFREM; SAKAKIMA, 2003).

De acordo Borochovicius e Tortella (2014) a ABP tem como diretriz básica o uso de problemas da vida real para estimular o desenvolvimento conceitual, procedural e atitudinal do discente. Ribeiro (2008) relata que os princípios gerais da ABP podem ser sintetizados em um primeiro instante como um ensino centrado no aluno; em seguida, o aluno tem que se responsabilizar por sua aprendizagem; deverão ser consideradas as aprendizagens anteriores; a aprendizagem deverá ser ativa, interativa e colaborativa; o ensino deverá ser contextualizado e a aprendizagem indutiva. Com isso, a atribuição principal do professor, no caso o de tutor ou instrutor, será criar situação-problema e coordenar sua solução se tornando um orientador, facilitador, mentor e consultor dessa aprendizagem.

Segundo Souza e Dourado (2015) “a ABP tem apresentado resultados positivos, observados por pesquisadores das mais diferentes áreas, os quais a utilizaram como método de aprendizagem, seja em cursos universitários, seja na educação básica”. Por esses resultados obtidos anteriormente, acredita-se que a metodologia ABP poderá produzir excelentes efeitos no ensino de conteúdos tidos como difíceis pelos alunos, como é o caso da estequiometria.

Souza e Valente (2013) relatam que na prática da ABP o professor é conduzido a não resolver os problemas para os alunos, a não gerar o conhecimento para os mesmos, mas sim oferecer alternativas e sugerir fontes de informação. É da essência da prática construtivista o professor conservar informações com a pretensão de que os alunos construam sozinhos o conhecimento. Com isso, Ribeiro e Ribeiro (2011) relatam existir uma técnica para a utilização da metodologia ABP. Essa técnica é conhecida como “sete passos” tendo ela o propósito de discutir e resolver um problema:

1. Ler e analisar os problemas identificando e esclarecendo os termos desconhecidos;
2. Identificar os problemas proposto pelo enunciado;
3. Listar o que já é conhecido pelo grupo sobre o assunto, criando hipóteses;
4. Desenvolver um relatório do problema, sobre o que o grupo está tentando solucionar;
5. Formular os objetivos da aprendizagem, como conceitos que devem ser aprendidos pelo grupo;
6. Estudo Individual dos assuntos levantados nos objetivos de aprendizagem;
7. Retorno ao grupo tutorial para rediscussão do problema e compartilhando no grupo de novos conhecimentos adquiridos no passo anterior.

Estes sete passos acabam mostrando o quanto dinâmico e prazeroso pode ser uma aprendizagem baseada em resoluções de problemas. É certo de que exige empenho e esforço tanto dos estudantes na busca pelo aprendizado, quanto do professor, na ideia de saber elaborar um problema que seja desafiador.

Portanto, a finalidade aqui é além de apresentar um método alternativo sócio interacionista de ensinar, no caso a ABP, mostrar também que se pode levar os alunos a compreenderem o conteúdo de estequiometria de maneira satisfatória, atraente e prazerosa, reduzindo ou até mesmo eliminando a desmotivação em aprender o conteúdo proposto nas aulas. Assim, o objetivo desse trabalho é aplicar a metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) aos alunos da 3<sup>a</sup> série do ensino médio, além de analisar a eficácia da aplicação do método na superação das dificuldades dos alunos no estudo de estequiometria.

### 3 | METODOLOGIA

O trabalho aqui descrito foi desenvolvido no período de março a julho de 2016. Primeiramente foi realizado um levantamento bibliográfico para identificar os trabalhos existentes sobre o ensino de estequiometria e a ABP aplicada no ensino de química, com observação de dados teóricos de vários autores que publicaram artigos, dissertações, livros e teses. De acordo com Lima e Mioto (2007, p. 44) “a

pesquisa bibliográfica é um procedimento metodológico importante na produção do conhecimento científico". Após o levantamento bibliográfico, foi realizada a escolha da escola em que seria aplicado o método de ensino. Após contato com a direção escolar e repassado o projeto de pesquisa, tanto diretor quanto professor regente da disciplina de Química assinaram um termo livre e esclarecido referente à pesquisa, autorizando assim o início dos trabalhos.

A pesquisa de caráter qualitativa descritiva envolveu a participação de duas turmas de alunos da 3<sup>a</sup> série do ensino médio, designadas por 3<sup>a</sup> série turma 1 e 2, ambas do turno matutino, que possuíam respectivamente 36 e 30 alunos, de uma escola Estadual localizada no município de Pedro Canário/ES. Para o desenvolvimento das atividades do projeto foram utilizadas duas aulas de 55 minutos cada e dois encontros em horários contra turno com os alunos escolhidos como secretários do grupo. No Quadro 1 segue um cronograma com o planejamento que se relaciona aos sete passos da ABP.

Momentos	Eventos	Local
Aula 1	Apresentação da metodologia, divisão dos grupos, entrega das situações problemas	Sala de aula
Encontro 1	Criar hipóteses de explicação para os termos desconhecidos, formular objetivos de aprendizagem, orientar aos estudos individuais.	Sala da biblioteca (horário contra turno)
Encontro 2	Examinar as explicações das respostas dos alunos para a resolução da questão; orientar quanto a apresentação.	Sala da biblioteca (horário contra turno)
Aula 2	Apresentação dos grupos e entrega do relatório final	Sala de aula
Encontro 2	Aplicação dos pós questionário	Sala de aula

Quadro 1: Cronograma com as ações implementadas em relação aos passos da ABP

Fonte: autoria própria

Cinco situações problemas contendo o conteúdo de estequiometria foram preparadas, utilizando-se questões do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), já que é um modelo de avaliação de desempenho realizado anualmente pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas (INEP). Nas situações problemas elaborados também se utilizou casos da atualidade, como os impactos ambientais, consequências e importância na sociedade, buscando explorar aspectos de relevância mais cotidiana, para que assim os alunos pudessem refletir a respeito do ensino de química. Nesse

caso Niezer (2012) relata que, “Compreende-se que o estudo da Química seja de fundamental importância na promoção do desenvolvimento sustentável e da capacidade do aluno em abordar questões ambientais, incorporando conceitos com significado para seu aprendizado”.

A aplicação da ABP na escola se deu da seguinte maneira: Na primeira aula, em cada turma, foi apresentado aos alunos como seria o desenvolvimento da metodologia ABP, pedindo para que eles formassem cinco grupos, contendo de 6 a 7 membros cada. O grupo pôde optar por eleger um secretário, que tem a finalidade de registrar pontos relevantes anotados pelo grupo, participar das discussões, garantindo que essas discussões sejam anotadas de forma que não voltem a pontos que já foram discutidos anteriormente. Foram sorteadas as cinco Situações Problemas e cada grupo recebeu um caso, na qual foi proposto uma solução embasada e completa para o cálculo estequiométrico, que deveria ser entregue ao final daquela aula. Nessa mesma aula foi entregue aos alunos um formulário de controle para que organizassem suas atividades e outro com a orientação da execução das atividades relacionado a cada passo da metodologia. Os problemas foram distribuídos conforme apresentado no Quadro 2.

	Situação Problema 1	Situação Problema 2	Situação Problema 3	Situação Problema 4	Situação Problema 5
Turma 1	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
Turma 2	Grupo 6	Grupo 7	Grupo 8	Grupo 9	Grupo 10

Quadro 2: Distribuição das Situações Problemas nas duas turmas da 3<sup>a</sup> série.

Fonte: autoria própria.

Assim, para a execução da metodologia, o secretário teve a função de organizar o andamento das atividades e registrar tudo que foi produzido no formulário de controle. A resolução dos problemas propostos foi direcionada tendo como base os passos presentes na metodologia ABP, deixando a critério dos estudantes complementar a resolução das situações problemas com outras abordagens. Para isso, foram realizados dois encontros em horários contra turno com os secretários, com a finalidade de esclarecer cada passo da metodologia e orientá-los quanto à resolução e contextualização dos problemas.

Por fim, após a resolução do problema, cada grupo fez uma apresentação sobre o tema proposto em sala, entregando uma parte escrita do trabalho realizado. Os grupos também realizaram uma apresentação oral do trabalho, que ocorreu em uma aula. Cada grupo teve 10 minutos para realizar a apresentação, que foi ministrada por dois membros escolhidos pelos alunos. Foi elaborado um pós-questionário contendo cinco questões, quatro fechadas e uma aberta, para que os alunos pudessem avaliar e opinar sobre a metodologia desenvolvida. Ao final da aplicação da metodologia,

todos os questionários e outros materiais obtidos como resultados foram analisados e estão descritos no decorrer do texto.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ideia de se trabalhar com o conteúdo de estequiometria para a 3<sup>a</sup> série do Ensino Médio surgiu, quando na disciplina de estágio supervisionado do curso de Licenciatura em Química, observou-se a dificuldade dos alunos em compreender este conteúdo, e também ao alto índice de reprovação na matéria. Dessa maneira buscouse desenvolver a metodologia da ABP, com aplicação de 5 situações problemas, contemplando o conteúdo de estequiometria. Neste capítulo serão apresentados os resultados de duas situações problemas, permitindo que os leitores tenham uma maior compreensão da pesquisa que foi desenvolvida com os alunos, bem como suas dificuldades, motivações, participação e aprendizagens adquiridas no decorrer da aplicação.

### 4.1 Resultados da aplicação da ABP no ensino de estequiometria

Na primeira aula, com duração de 55 minutos, foi realizada a apresentação da metodologia. Depois foi solicitado aos alunos que se organizassem em cinco grupos, contendo de 6 a 7 alunos cada, propondo que cada grupo elegesse um secretário. A seguir foram distribuídas as Situações Problemas, uma para cada grupo, e solicitado para que resolvessem a questão do cálculo estequiométrico em sala, com os conhecimentos prévios que possuíam sobre o assunto e entregasse no final daquela aula.

Dos 10 grupos participantes do projeto, apenas 4 conseguiram fazer a resolução dos cálculos em sala, o que deu para notar a dificuldade em resolver questões de estequiometria, sendo que esse conteúdo estava sendo aplicado como revisão e as questões envolviam um raciocínio simples.

### 4.2 Encontros realizados no contra turno de aula

Os encontros realizados em horário contra turno da aula com os secretários de cada grupo, serviu como um momento de orientação para a execução das atividades esclarecendo os 7 passos da metodologia e o que eles deveriam apresentar em cada passo, para norteá-los na tomada de decisão. Assim, os grupos trabalharam de forma que atingissem os objetivos traçados, elaborando hipóteses para os termos desconhecidos das questões e definindo objetos de aprendizagem, para uma busca de informações com intuito de solucionar a situação problema. Embora muitos alunos se mostraram animados com o desafio que fora proposto, outros pareciam não se preocupar com a sequência de etapas que deveriam ser seguidas. Neste caso, as autoras dessa pesquisa tiveram uma influência importante na sequência de

realização do trabalho, com intervenção e mediação nas pesquisas realizadas.

### 4.3 Finalização da aplicação da ABP

Na última aula cedida pelo professor de Química para finalização do projeto, foram organizadas apresentações orais, na qual um ou dois integrantes de cada grupo apresentou a resolução para a situação problema em um período de 10 minutos. Além das apresentações, os grupos entregaram um trabalho escrito. Dos dez grupos, três deles não apresentaram a solução do caso e nem entregaram o trabalho escrito, notando-se assim o desinteresse de alguns alunos, mesmo sabendo que a atividade proposta receberia uma pontuação para avaliação da disciplina pelo professor responsável. O professor descreveu sobre a desmotivação e o desinteresse daqueles alunos, e o não cumprimento das atividades propostas, mesmo quando se procura trazer algo diferente para a sala de aula.

### 4.4 Análise das situações problemas aplicadas

#### 4.4.1 Análise da Situação Problema 1

O problema 1 relata a formação da chuva ácida e afirma que para ser ácida esta deve ter um valor de pH abaixo de 5,6. A questão trouxe um experimento simples, dinâmico e de fácil acesso, para percepção desse fenômeno. Utilizando como materiais e reagentes: fenolftaleína, palito de fosforo, água, pote de vidro com tampa e hidróxido de sódio. No procedimento do experimento solicitava para se colocar água no pote de vidro até aproximadamente um quinto da sua altura; adicionar algumas gotas do indicador fenolftaleína; e algumas gotas de solução de amônia até que a solução mudasse de cor, acendesse um palito de fósforo dentro do frasco e deixasse a cabeça do fósforo queimar toda; retirando rapidamente o palito de fósforo de dentro do frasco e tampando-o, em seguida agitasse o frasco. A situação problema solicitava aos alunos uma explicação para cada etapa da sequência desses acontecimentos durante o experimento, e que descrevessem as consequências da chuva ácida. Ao final da questão foi proposto um cálculo estequiométrico simples, com a seguinte pergunta: Supondo que diariamente são lançados na atmosfera 1 milhão de toneladas de dióxido de enxofre, qual seria a massa de enxofre em kg contida em 1 milhão de toneladas de dióxido de enxofre?

Grupo 1 — Turma 1.

Os alunos responsáveis pela resolução desse problema relataram que não tiveram dificuldades em entender o que o problema estava solicitando. Após identificar a causa do problema, os alunos tiveram que propor uma solução para o caso, utilizando de seus conhecimentos prévios. Os estudantes não conseguiram descrever os acontecimentos que ocorreram no experimento proposto, mas mesmo assim resolveram os cálculos estequiométricos e identificaram as consequências da

chuva ácida. A partir de pesquisas em livros e internet eles apresentaram soluções para o caso. A solução que encontraram para o experimento foi que, ao acender o fósforo, o agente oxidante inicia a queima do enxofre presente na cabeça do fósforo e que esse combina com o ar oxigênio, produzindo dióxido de enxofre. Chegaram à conclusão de que na chuva ácida ocorre o mesmo, esse dióxido de enxofre se dissolve na água fazendo com que o meio fique ácido. Conferiram assim a formação da chuva ácida e suas consequências a saúde humana e ao meio ambiente.

#### Grupo 6— Turma 2.

O grupo conseguiu entender a questão, mas tiveram dificuldades nos cálculos estequiométricos propostos, pelo fato de essa questão necessitar da utilização de exponenciação matemática, podendo assim, perceber as dificuldades enfrentadas pelos alunos com o conteúdo de estequiometria, na ausência de base matemática. Após pesquisas em livros e internet, chegou à conclusão que, a chuva ácida ocorre com a queima do enxofre, formando óxidos de enxofre que se dissolvem na água fazendo com que o meio fique ácido.

#### *4.4.2 Análise da Situação Problema 2:*

Esse problema descreve o aquecimento global provocado pelo efeito estufa na atmosfera e relata os gases causadores desse fenômeno como: Dióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ ), Metano ( $\text{CH}_4$ ), Óxido Nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), Hidrofluorcarbonos (HFCs), Perfluorcarbonos (PFCs) e por último o Hexafluoreto de Enxofre ( $\text{SF}_6$ ). A situação problema destaca a combustão do metanol, produzindo dióxido de carbono e água e solicita um cálculo estequiométrico sobre a quantidade de  $\text{CO}_2$  e água pela reação balanceada na queima de 160g de metano. Além disso, a situação explora as principais causas e consequências causadas pelo efeito estufa e as alternativas para diminuir esse problema ambiental.

#### Grupo 2— Turma 1.

Os alunos classificaram como difícil os termos como Hidrofluorcarbonos (HFCs) e Perfluorcarbonos (PFCs) citados no problema, mas conseguiram identificar as causas envolvidas na questão e a reação envolvida no processo. Após as pesquisas, os componentes do grupo puderam solucionar a situação problema, comprovando seus levantamentos de hipóteses explicativas no passo três. Chegaram à conclusão de que as principais causas são queimadas de matas e florestas, a queima de combustíveis fósseis, como o petróleo e o carvão, e que a solução seria diminuir o uso de combustíveis fósseis.

#### Grupo 7— Turma 2.

Os membros desse grupo tiveram dificuldades em elaborar o balanceamento

da reação e realizar os cálculos estequiométricos contido na questão, em que se pode perceber as dificuldades enfrentadas pelos alunos com o conteúdo de estequimetria. Após as pesquisas realizadas pelo grupo os mesmos puderam solucionar o problema proposto. O grupo abordou também que as principais causas são as queimadas das florestas, a queima de combustíveis fósseis e que a solução seria utilizar combustíveis alternativos no lugar de combustíveis fósseis.

Dessa forma pode-se verificar que todos tiveram suas dificuldades e que mesmo assim a maioria conseguiu chegar aos resultados. Os grupos tiveram ainda a opção de buscar informações nos livros, na internet e em qualquer meio que pudessem ampliar seus conhecimentos, e sempre com a finalidade de encontrar as soluções para os problemas. Com isso, os alunos perceberam que cada vez em que buscavam informações para a resolução dos problemas, novos fatos apareciam, mais coisas aprendiam sobre o tema e isso despertou ainda mais a curiosidade e o interesse pelos conhecimentos químicos. Sendo assim, os alunos puderam desenvolver a capacidade de solucionar as situações que lhes foram propostas.

#### 4.5 Resultado do questionário final

Ao final das apresentações orais sobre a resolução das situações problemas, foi aplicado um questionário, como meio de avaliação da metodologia desenvolvida, para que os estudantes comentassem sobre suas percepções das atividades realizadas e as habilidades que acreditaram ter desenvolvido durante o trabalho. Apresenta-se no Quadro 3 os resultados obtidos.

Perguntas	Respostas	Comentários
1. A metodologia da ABP contribui para um melhor entendimento do conteúdo de estequimetria	–92% responderam positivamente à questão –8% afirmaram que a metodologia não contribui em nada	Pode-se inferir que o ensino utilizando metodologias como a ABP tem sido efetivo para a maioria dos estudantes.
2. Quais habilidades acredita ter adquirido para a metodologia da ABP?	–Entre as principais habilidades se destacou o aprendizado a partir da ABP é a construção de conhecimentos com o trabalho em equipe.	Percebesse que os alunos têm ciência de que a construção do seu conhecimento está associada a uma aprendizagem cooperativa, construtivista e ativa.
3. Estão dispostos a participar de novas experiências metodológicas de ensino aprendizagem como a da ABP.	–95% querem participar de novas metodologias. –5% disseram não ter vontade de participar	Alguns alunos estavam indispostos a participar de qualquer tipo de atividade diferenciada de ensino.

<p>4. A metodologia tradicional ou da ABP traz um melhor aprendizado?</p>	<p>–58% preferem a metodologia da ABP. –42% a metodologia tradicional</p>	<p>A proposta da ABP contribuiu para o desenvolvimento do conhecimento dos alunos, porém só o uso da metodologia não seria o suficiente para alcançar todos os alunos.</p>
---	---	--

Quadro 3: Repostas e comentários do questionário final da metodologia

Fonte: autoria própria.

A quinta questão do questionário aplicado foi: “*Faça um comentário geral sobre o trabalho realizado. Identifique os pontos que você não domina sobre o tema apresentado*”. A seguir se transcreve algumas das respostas dos alunos para essa questão.

Aluno 1: “O trabalho foi bom e realizado com boa eficiência. Achei interessante o programa e a proposta, porém achei que foi realizado num curto período de tempo, gostaria que fosse assim durante o trimestre em que aprendemos a matéria”.

Aluno 2: “Gostei bastante da metodologia da ABP, pois consegui esclarecer dúvidas que ainda tinha em estequiometria”.

Aluno 3: “O trabalho foi muito gratificante, pois contribuiu muito para meu conhecimento em estequiometria. Acredito que este método de ensino de certa forma obriga o aluno a adquirir conhecimento sobre o assunto estudado, seria uma forma de melhor aprendizado. Posso até dizer que menos cansativo e mais produtivo”.

Ao analisar os relatos dos alunos, pode-se perceber que a metodologia teve uma boa aceitação para o ensino de química e que a utilização da ABP pode proporcionar uma outra maneira de se aprender os conteúdos, em especial a estequiometria. Além disso, essa metodologia pode desencadear um comportamento de pesquisa, estimulando a curiosidade, preparando o aluno para lidar com situações novas, motivando-o a pensar, conhecer, ousar, atuar em equipe, unindo uns aos outros.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa aqui relatada partiu da ideia de investigar, analisar e demonstrar a eficácia da aplicação ABP na superação das dificuldades dos alunos no estudo de estequiometria, procurando buscar também uma reflexão da prática docente presente nos dias atuais. Durante a aplicação da metodologia ABP, notou-se a motivação e o interesse de grande parte dos alunos. Além disso, esses alunos conseguiram realizar os sete passos propostos pela metodologia ABP, apesar de que, uma pequena intervenção teve que ser feita com orientações, norteando-os nas tomadas das decisões. No entanto, a proposta da ABP foi fiel no sentido de deixá-los resolverem sozinhos os problemas.

Diante dos resultados obtidos neste trabalho, pode-se perceber que a metodologia ABP tem tudo para dar certo no ensino de química na educação básica, assim como trouxe resultados positivos em outras áreas, como na medicina. A ABP pode trazer resultados eficazes no ensino médio, além de ter muito a colaborar para o processo de ensino e aprendizagem, pois torna o aluno mais crítico no seu modo de pensar e agir.

Vale ressaltar que o sucesso da ABP não depende somente do conhecimento dos professores sobre a metodologia, mas é essencial possuir o conhecimento na área do ensino de pesquisa. Os professores da educação básica precisam procurar desenvolver atividades que tornem os alunos sujeitos ativos na busca do conhecimento, tornando assim as aulas mais dinâmicas e atraentes.

Para a conclusão da pesquisa foi aplicado um questionário, em que pode-se verificar, através das respostas apresentadas pelos alunos, a aceitação da metodologia. Os alunos relataram ainda que através da ABP conseguiram sanar as dificuldades enfrentadas na aprendizagem do conteúdo de estequiometria e o desejo de que as aulas fossem sempre propostas aplicando a ABP ao invés da metodologia tradicional utilizada por seus professores. Com isso, os alunos puderam verificar que as principais vantagens sobre o aprendizado a partir da ABP é a construção de conhecimentos com trabalho em equipe e o estímulo ao auto estudo, e perceberam ainda, que a construção dos seus conhecimentos está associada a uma aprendizagem construtiva, ativa e cooperativa.

Tendo como base está aplicação na escola estadual de Pedro Canário, notou-se uma satisfação dos discentes que participaram do trabalho, contando com as experiências metodológicas que adquiriram, na qual possibilitou a construção do conhecimento, responsabilidade, pensamento crítico, trabalho em grupo, interdisciplinaridade, além de aprender a lidar com problemas e buscar por soluções. Porém, observou-se a desmotivação e o desinteresse de alguns alunos que não cumpriram com as metas traçadas, trazendo uma preocupação quanto a isso, pois esses podem realmente estar desinteressados ou não ter adaptado há uma mudança na forma de aprendizagem, já que alunos individualistas e competitivos teriam dificuldades de se adequar a essa nova forma de aprendizagem. Logo, o professor precisa de alguma forma motivar e encorajar esses alunos para a resolução do problema proposto.

Outra desvantagem observada durante a aplicação, foi o fato da dificuldade em avaliar individualmente o aluno, já que os grupos se reuniam sozinhos, e não teria como saber sobre a participação e colaboração de cada um durante a resolução do caso. Mas como proposta para futuros trabalhos, sugere-se um formulário com autoavaliação, preenchido por cada membro do grupo para que possam avaliar a participação dos colegas e sua contribuição para o trabalho.

Portanto, essa metodologia tem tudo para dar certo na educação básica, mas para isso precisa ser estudada, tentando melhorar a concepção a respeito da mesma,

pois ainda existe certa resistência de alguns professores e alunos ainda imaturos. Mas com certeza pode tomar-las como alternativas inspiradoras de um ensino básico inovador, fazendo aplicações e adaptações aos poucos no ensino básico, para que assim possa ultrapassar a abordagem tradicional, com o intuito de gerar maiores perspectivas para uma educação futura melhor.

## REFERÊNCIAS

- BERNARDELLI, M.S. **Encantar para Ensinar: Um Procedimento Alternativo para o Ensino de Química.** In: Convenção Brasil Latino América, Congresso Brasileiro e encontro Paranaense de Psicoterapias corporais. Foz do Iguaçu: Centro Reichiano, 2004.
- BRUFREM, L. S.; SAKAKIMA, A. M. **O ensino, a pesquisa e a aprendizagem baseada em problemas.** Campinas: Transformação, V.15, n.3, 2003.
- BOROCHEVICIUS, E.; TORTELLA, J. C. B. **Aprendizagem Baseada em Problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas.** *Ensaio: aval.pol.públ.Educ.* vol.22, n.83, pp.263-294, 2014.
- FREITAS, R. A. M. da M. **Ensino por problemas: uma abordagem para o desenvolvimento do aluno.** São Paulo: Educação e Pesquisa, v.38, n.2, 2012.
- GENTIL, R. M.; FURLANETTO, E. C. **Aprendizagem baseada em problemas: educação e saúde numa tessitura interdisciplinar.** In: Actas do X Congresso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia. Braga: Universidade do Minho, 2009.
- LEAL, N. J. da S. et al. **Inovar é preciso: o ensino de química sob o olhar discente.** Anais do EITEC (Ciências e Inovação: Tecnologias Sustentáveis Para Preservação do Meio Ambiente) Piauí, v.2, n.1, .2013.
- LIMA, T. C. S.; MIOTO, R. C. T. **Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica.** Florianópoli: Katál, v. 10, n. esp. p. 37-45, 2007.
- MATEUS, A. L. **Química na cabeça: Experiências espetaculares para você fazer em casa ou na escola.** Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008.
- MIGLIATO FILHO, J. R. **Utilização de modelos moleculares no ensino de estequiometria para alunos do ensino médio.** 2005. 120 F. Dissertação (Mestrado em Química) – Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2005.
- NIEZER, T. M. **Ensino de soluções químicas por meio da abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS).** 2012. 139 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, p. 40. 2012
- QUADROS, A. de et al. **Ensinar e aprender Química: a percepção dos professores do Ensino Médio.** Curitiba: Educar em Revista, n.40, p.159-176, 2011.
- RIBEIRO, V. M. B.; RIBEIRO, A M. B.. **A aula e a sala de aula: um espaço-tempo de produção de conhecimento.** Rio de Janeiro: Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões, 2011.
- SANTOS, L. C. dos; SILVA, M. G. L. da. **Conhecendo as dificuldades de aprendizagem no ensino superior para o conceito de estequiometria.** Rio Grande do Norte: Acta Scientiae, v.16, n.1, p.133-152 ,2014.

SOUZA, S. C. de; DOURADO, L. **Aprendizagem baseada em problemas (ABP):** um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo. Rio Grande do Norte: HOLOS, A.31, v.5, 2015.

SOUZA, N. P. C. de; VALENTE, J. A. da S. **Debatendo a Eficiência da Metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas:** Uma Proposta de Solução: a transição de metodologias. São Paulo: ENPEC, 2013.

## A UTILIZAÇÃO DA MODELAGEM NO ENSINO DA TEORIA CINÉTICA DOS GASES: AVALIAÇÃO DE UMA APLICAÇÃO DE CONCEITOS A SITUAÇÕES COTIDIANAS

**Rebeca Castro Bighetti**

UNESP, Faculdade de Ciências  
Bauru – São Paulo

**Silvia Regina Quijadas Aro Zuliani**

UNESP, Faculdade de Ciências  
Bauru – São Paulo

**Alexandre de Oliveira Legendre**

UNESP, Faculdade de Ciências  
Bauru – São Paulo

resultados significativos sobre a utilização dos conceitos abordados na explicação de situações cotidianas nas quais em eles podem ser utilizados.

**PALAVRAS-CHAVE:** modelos e modelagem no ensino, ensino de química, material didático.

### THE USE OF MODELING IN THE TEACHING OF KINETIC GAS THEORY: EVALUATION OF AN APPLICATION OF CONCEPTS TO EVERYDAY SITUATIONS

**ABSTRACT:** The present work addresses the use of modeling in the teaching of Kinetic Gas Theory. An activity was developed with students of the second year of high school, regularly enrolled in a State School in the interior of São Paulo. We study the influence of models and analogies related to the theme, and how they can help in learning and understanding the concepts related to the Kinetic Gas Theory. A concrete model for the Kinetic Gas Theory was developed based on the vertical mechanical model proposed by Professor Luiz Ferraz Netto. A questionnaire was applied to evaluate the effect of using the model in the classroom, allowing to verify that the methodology used favored the evolution of conceptual understanding by the students. The results were analyzed based on content analysis and show significant results on

**RESUMO:** O presente trabalho aborda a utilização da modelagem no ensino da Teoria Cinética dos Gases (TCG). Foi desenvolvida uma atividade com alunos do segundo ano do Ensino Médio, regularmente matriculados em uma Escola Estadual do interior de São Paulo. Estuda-se a influência dos modelos e analogias, relacionadas ao tema, e de como eles podem auxiliar na aprendizagem e compreensão dos conceitos relacionados à TCG. Desenvolveu-se um modelo concreto para a TCG baseado no modelo mecânico vertical proposto pelo professor Luiz Ferraz Netto. Aplicou-se um questionário para avaliar o efeito do uso do modelo em sala de aula, permitindo verificar que a metodologia utilizada favoreceu a evolução da compreensão conceitual pelos estudantes. Os resultados foram analisados com base na análise do conteúdo e mostram

the use of the concepts addressed in explaining everyday situations in which they can be used.

**KEYWORDS:** Models and Modeling in teaching, Chemical teaching, Teaching Material.

## 1 | INTRODUÇÃO

Atualmente, ser professor no Brasil tem sido um grande desafio, principalmente, quando se ministra uma disciplina como a Química, considerada por tantos alunos como de difícil compreensão. Por esse motivo, encontrar formas de melhorar o ensino por meio da utilização de experimentos ou de espaços não formais para facilitar a aprendizagem e melhorar a compreensão de conceitos tem sido uma busca constante. A transmissão passiva dos conteúdos pelos professores aos alunos prejudica o processo de aprendizagem e desfavorece as interações em sala de aula. Portanto, faz-se necessário o uso de alternativas diferenciadas para possibilitar uma aprendizagem mais efetiva e prazerosa. Uma destas possibilidades é o uso de analogias e modelos.

A Química é a ciência das transformações e tem como objeto estudar as substâncias e suas interações: a maneira como se agregam, se dissociam e se reorganizam, e comunica suas descobertas através de teorias e modelos (PRINS, 2010). Infelizmente, na prática, o Ensino de Química, ainda carece em grande extensão, de resultados de investigação, proposições com base epistemológica coerente para produzir avanços nas formas de abordar o conhecimento. As mudanças que ocorreram nos livros didáticos durante as últimas três décadas não mostram o reconhecimento das recomendações e resultados de pesquisas recentes na área (CHAMIZO, 2011).

Sob esta perspectiva, insere-se o presente trabalho. A proposta aqui apresentada avalia a utilização da modelagem para o ensino da “Teoria Cinética dos Gases”, um assunto em cujos conceitos os alunos sentem grande dificuldade de compreensão. Neste relato de pesquisa, apresenta-se a avaliação da utilização dos conceitos apreendidos pelos estudantes a situações de vivência cotidiana. Uma versão desse trabalho foi publicada nos anais do XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) – 2016, realizado em Florianópolis - SC.

## 2 | O MODELO E A MODELAGEM NO ENSINO DE QUÍMICA

O processo de relacionar conceitos por meio de analogias é um componente essencial do pensamento humano. Mendonça et al. (2005, p.2) sugerem que as analogias podem ser definidas como “sendo uma comparação entre dois domínios: um que é familiar ao aprendiz, denominado na literatura de “domínio da analogia”, e outro não é familiar, denominado de “domínio do alvo” (SILVA, 2013).

Utilizando analogias podemos construir um tipo de aprendizagem que possui como base os conhecimentos previamente adquiridos pelos alunos, os quais, muitas vezes estão carregados de concepções inadequadas que devem ser utilizados como pontos de partida para novas aprendizagens. O uso da modelagem, é uma alternativa à utilização de analogias nos processos de construção do conhecimento, em especial no Ensino de Ciências.

Quando se parte do uso da modelagem no ensino, consegue-se trazer os aspectos e práticas científicas para o cotidiano dos alunos, pois, na maioria das vezes, o “fazer ciência” é algo muito distante da realidade dos mesmos. Para Souza e Justi:

*Envolver estudantes em atividades de modelagem tende a favorecer que eles percebam os modelos como importantes ferramentas na prática científica e conheçam a estreita relação dos mesmos com o desenvolvimento de teorias (SOUZA e JUSTI, 2011, p.38).*

Prins (2010) define modelos como conexões entre conceito e realidade. Um modelo é definido como um conjunto de representações, regras e raciocínios que permitem gerar previsões e explicações, e descrever o comportamento sobre uma ideia, objeto, evento, processo ou sistema. Gilbert e Boutler (1995) afirmam que:

*Um modelo pode ser definido como uma representação parcial de um objeto, evento, processo ou ideia, que é produzida com propósitos específicos como, por exemplo, facilitar a visualização; fundamentar elaboração e teste de novas ideias; e possibilitar a elaboração de explicações e previsões sobre comportamentos e propriedades do sistema modelado (GILBERT e BOUTLER, 1995 apud FERREIRA e JUSTI, 2008, p.32).*

A utilização de atividades de modelagem, isto é, atividades voltadas para a construção, reformulação e validação de modelos, pode resultar em um ensino mais significativo, que ajude o estudante a desenvolver um entendimento mais coerente e crítico. Além disso, aprender através da modelagem pode contribuir para que os estudantes aprendam sobre como o conhecimento científico é produzido – aspecto coerente com um Ensino de Ciências mais autêntico (COSTA, JUSTI e MOZZER, 2011).

O modelo deve ser exposto a diversas situações para ser avaliado. Suas abrangências e limitações devem ser identificadas, utilizando-o em diferentes situações e contextos (JUSTI, 2015). Justi (2015) faz uma distinção entre a expressão e a produção do modelo, tratando-as como diferentes etapas, e isso faz com que sua proposta seja diferenciada em relação a outras abordagens feitas para a modelagem, além da diferença no que é chamado de avaliação. O que, nas demais propostas, chama-se de avaliação corresponde à análise da adequação do modelo aos objetivos. A autora assume que a avaliação está inserida como análise da utilidade da aplicação do modelo a outros contextos.

Normalmente, os alunos envolvidos em uma proposta educativa que utiliza um processo de modelagem são beneficiados, pois é uma maneira eficaz para ajudá-

los a compreender a epistemologia dos modelos e da modelagem. Além disso, um dos objetivos da Química é preparar os alunos para um estudo futuro na Ciência, ou Tecnologia, e as suas atividades profissionais. Mais tarde, é desejável que os alunos enriqueçam suas visões epistemológicas sobre modelos e modelagem, presentes nesta fase inicial de estudos (PRINS, 2010).

A modelagem costuma ocorrer, na maioria dos casos, a partir da produção, dos testes e das modificações de modelos. Para Justi (2010), a modelagem é um ciclo que alterna entre: a produção do modelo mental, que ocorre através da analogia definida; a expressão desse modelo de um modo representacional, podendo ser verbal, matemático, concreto entre outros; os testes do modelo, que dependem em alto grau dos recursos disponíveis; e a identificação das abrangências e limitações do modelo, podendo ser feita através de análises em relação aos objetivos do uso do mesmo. Construir um modelo mental pressupõe a integração dinâmica e, muitas vezes, simultânea, que prevê algumas etapas apresentadas por Justi (2015). Entre elas podem ser citadas:

- *definir os objetivos do modelo ou entender os objetivos propostos para o modelo;*
- *obter informações sobre a entidade a ser modelada (na estrutura cognitiva prévia ou a partir de fontes externas: bibliografia, atividades empíricas etc.);*
- *definir uma analogia ou um modelo matemático para fundamentar o modelo; e integrar essas informações na proposição de um modelo (JUSTI, 2015, p.40).*

A proposta de Ensino baseada em atividades de modelagem fundamenta-se no papel central dos modelos na Ciência, o que, segundo Justi (2015), tem levado a literatura da área a enfatizar a importância desta proposta para favorecer a compreensão das ideias científicas e da Ciência, pelos estudantes. Esta questão indica a necessidade de discutir a construção dos modelos didáticos e sua importância.

“Para se construir um modelo didático, o modelo inicial proposto é submetido a muitas etapas e diferenciações em diversos outros tipos de modelos já existentes (MIRANDA et al. 2015, p. 198)”. A um modelo que surge da reflexão, seja individual ou de um grupo, baseada em um determinado fenômeno que se queira modelar, chamamos de “modelo mental”.

O modelo mental, quando apresentado a um público por meio de desenhos, analogias, diagramas, entre outros, passa a se chamar “modelo expresso”. Ao se tornar consenso no âmbito de um grupo, ou seja, quando esse modelo é aceito por um grupo social, é então denominado “modelo consensual”. Este por sua vez, ao se tornar consenso em uma comunidade ou grupo científico, sendo utilizado para o desenvolvimento de pesquisas e produção de conhecimento científico, recebe o nome de “modelo científico” (MIRANDA et al. 2015). Também, podemos chamar de “modelo histórico”, um modelo científico que foi aceito em um contexto que não seja o seu atual.

Sendo assim, um modelo é uma forma de representação diferenciada a partir de interpretações, que tem como finalidade a melhor compreensão de certo assunto. Na construção de modelos, o aluno apropria-se de conceitos abstratos, constrói representações para estes conceitos e reconstrói seus modelos mentais. Nesta proposta, favorece-se a argumentação, fazendo com que professores e alunos trabalhem de forma colaborativa, construindo assim uma aprendizagem interativa que vai além da memorização de fatos e informações.

Na Química, o uso dos modelos é essencial para a construção de explicações para os fenômenos. Consequentemente, no Ensino de Química, têm sido produzidas pesquisas que indicam resultados interessantes no processo de ensino e aprendizagem (JUSTI, 2015; PRINS, 2010; SILVA, 2013 e MIRANDA et al. 2015). Entre os temas nos quais a modelagem pode ser útil para o desenvolvimento de modelos mentais mais elaborados pelos alunos, está a Teoria Cinética dos Gases. Para este trabalho, escolheu-se esta teoria, pois se trata de tema central nos conteúdos químicos presentes no currículo de Ensino Médio e se constitui através de explicações que demandam a caracterização no nível submicroscópico e simbólico do conhecimento (WARTHA e REZENDE, 2011).

### 3 | O MODELO CINÉTICO DOS GASES

Muitas situações cotidianas podem ser explicadas utilizando a Teoria Cinética dos Gases. Um exemplo de questionamento muito comum seria: por que a água entra em ebulação a temperaturas mais baixas em altitudes mais elevadas? Ou: por que uma bola de basquete tem seu volume diminuído em um dia frio? Estes fenômenos e muitos outros podem ser explicados por esta teoria. A Teoria Cinética dos Gases (também conhecida como Teoria Cinético-Molecular) é uma teoria que explica o comportamento de um gás ideal hipotético, e permite determinar a relação entre grandezas macroscópicas a partir do estudo do movimento de átomos e moléculas. De acordo com esta teoria, os gases são compostos por partículas pontuais, que possuem movimento contínuo e aleatório, podendo colidir elasticamente umas com as outras e com as paredes do recipiente estão confinadas. Essa teoria explica como os diferentes tamanhos de partículas de um gás podem ter diferentes velocidades individuais. É a primeira teoria que descreve como a pressão de um gás está relacionada com as colisões nas paredes de um recipiente (LARSEN, 2015).

As propriedades macroscópicas de um gás à temperatura ambiente e pressão atmosférica podem ser descritas pelas leis elementares dos gases (Boyle-Mariotte, Charles e Gay Lussac e Avogadro) (NUNES, 2003). São leis experimentais que mostram como varia o volume de um gás quando a pressão e a temperatura desse gás variam, dando origem à equação dos gases perfeitos.

Na Teoria Cinético Molecular, temos como fundamentos que:

- as substâncias são constituídas de átomos ou moléculas característicos, que são as menores partes de uma substância capazes de conservar suas propriedades;
- estes átomos ou moléculas permanecem em movimento contínuo, caótico e desordenado;
- tais unidades interagem entre si de forma diferenciada dependendo da distância entre elas (MARQUES et al. 1994).

A história do desenvolvimento da Teoria Cinética se sustenta na interação entre observação e experimentação. Pensar sobre as causas do comportamento dos gases envolve a construção de modelos e teorização. A Teoria Cinética dos Gases permite, a partir de um modelo simples de esferas rígidas, obter valores quantitativos para as propriedades Termodinâmicas e de Transporte dos Gases.

No entanto, nem sempre essas representações expressam sentidos equivalentes àqueles do modelo mental que as originou, sendo que, frequentemente, esse problema está relacionado ao tipo de linguagem adotada no momento do desenvolvimento da representação do modelo. Esse fato pode levar os estudantes e até mesmo os professores a desenvolverem concepções equivocadas acerca da entidade modelada. Assim construiu-se um Modelo Mecânico Vertical (MMV) para o desenvolvimento de uma atividade didática que contemplasse o ensino dos conceitos relacionados à teoria Cinética dos Gases. A atividade será descrita a seguir.

#### 4 | DESCRIÇÃO DO MMV E DA ATIVIDADE PROPOSTA

De acordo com a analogia utilizada por Netto (1999), podemos utilizar o MMV como um simulador do “movimento molecular” para nos auxiliar didaticamente no entendimento da Teoria Cinética dos Gases, proporcionando, assim, uma melhor compreensão do assunto. Para o desenvolvimento da atividade, construiu-se um protótipo que utilizou o equipamento apresentado pelo autor em seu texto como base. Na Figura 1 apresentamos o esquema do equipamento construído.

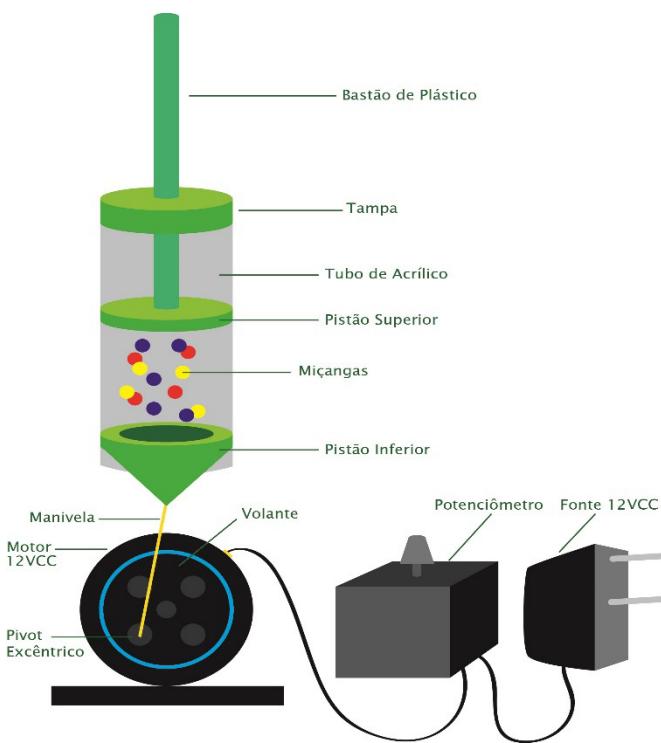


Figura 1: Esquema do Modelo Mecânico Vertical.

Fonte: Autores (Ilustração: André Daró, 2016)

Na construção do modelo, foi utilizado um motor de 12 volts de corrente contínua (vcc), aproveitado de um toca-fitas, para simular a variável temperatura no pistão inferior. Utilizaram-se miçangas para simular as partículas (átomos ou moléculas) de gás. Para regular a velocidade de rotação, foi adaptado um potenciômetro de 100k ao motor e o mesmo foi conectado a uma fonte de 12 vcc, a qual foi ligada à tomada para o funcionamento do equipamento. O cilindro foi feito com um “aplicador de glacê para bolos”, que já tinha seu próprio pistão, facilitando, assim, a montagem final. O suporte foi feito na marcenaria da instituição. Na Figura 2, apresentamos o resultado final da montagem realizada.



Figura 2: Modelo Mecânico Vertical construído.

Fonte: Autores (Foto: André Daró, 2016)

O aparato MMV permite visualizar o movimento browniano, movimento aleatório das partículas do gás, podendo simular as variações de temperatura, volume e quantidade de matéria. Com a simulação das variáveis de estado, conseguimos explicar o conceito e aplicação das transformações gasosas (Lei de Boyle-Mariotte, Lei Gay-Lussac e Lei de Charles).

A energia cinética é transferida do pistão inferior, que é vibratório, para as miçangas (que simulam as partículas do gás) que se movimentam e se chocam (entre si e com as paredes do tubo) desordenadamente dentro do cilindro de plástico (NETTO, 1999). Assim, a temperatura de um sistema gasoso pode ser simulada variando-se a velocidade do motor, ou seja, uma maior frequência de oscilação do pistão inferior aumenta a energia cinética das partículas e, consequentemente, representa um aumento na temperatura do sistema (a velocidade das partículas é observável visualmente).

A posição do pistão superior, que define o volume do recipiente e, até então, havia sido mantida fixa durante o funcionamento do motor, pode ser alterada para demonstrar como a pressão – representada pela frequência de colisões entre as miçangas e as paredes do cilindro –, é afetada por variações de volume. Para isso, deixamos o motor em uma velocidade constante (simulando um processo isotérmico) e, ao elevar o pistão superior, aumentando o volume, houve uma diminuição da frequência de colisões (perceptível pela redução do ruído decorrente das colisões das miçangas). Inversamente, ao se abaixar o pistão superior, a redução do volume do cilindro acarretou um claro aumento da frequência de colisões. Uma vez que as miçangas representam as partículas que compõem o gás, demonstrou-se que, ao se introduzir mais delas no cilindro, a frequência de colisões aumentou, ou seja, uma maior quantidade de matéria confinada em um mesmo volume e à mesma temperatura implicará em uma maior pressão no sistema.

Com base nestas premissas, elaborou-se uma aula sobre “Gases” para utilização do modelo científico construído e para verificarmos de que maneira seu uso favorece a explicação de fenômenos ligados ao comportamento dos gases, tendo por base os conceitos microscópicos relacionados à Teoria Cinética dos Gases.

## 5 | APLICAÇÃO DA ATIVIDADE

As atividades foram desenvolvidas com cerca de oitenta alunos de quatro turmas da segunda série do Ensino Médio regularmente matriculados em uma escola de Educação Básica Estadual, no município de Bauru-SP, parceira no Subprojeto PIBID-UNESP, e que aceitaram convite feito pelo professor supervisor vinculado ao subprojeto.

Para a aplicação do MMV, foi proposta uma aula sobre gases, iniciada retomando-se conceitos relativos às transformações da matéria, seguindo-se a abordagem

dos conceitos de sistemas homogêneo e heterogêneo, misturas homogêneas e heterogêneas e as mudanças de estado físico, a fim de que os estudantes fossem capazes de caracterizar o ar atmosférico como uma mistura de gases.

Foram discutidas, também, as variáveis de estado de um gás, ou seja, pressão, volume e temperatura, bem como suas influências no comportamento de substâncias gasosas. Utilizou-se, a seguir, o MMV na tentativa de propiciar aos alunos, com a ajuda dos professores, chegar à construção dos conceitos relacionados às leis gerais que regem o estado gasoso.

No experimento, foram feitas diferentes simulações utilizando o MMV. A primeira simulação foi uma transformação isobárica (pressão constante), variando a temperatura e o volume. A segunda simulação foi uma transformação isométrica (volume constante), variando a temperatura e pressão. A terceira simulação representa uma transformação isotérmica (temperatura constante), variando o volume e a pressão.

As atividades foram desenvolvidas com a finalidade de reconstruir com os alunos os conceitos de transformações gasosas isotérmicas, isométricas (ou isocóricas) e isobáricas, culminando na dedução da equação de estado, também conhecida como Equação de Clapeyron, originada a partir das leis gerais dos gases, citadas anteriormente. Com a utilização do MMV, foi possível deduzir todas as equações (Lei de Boyle-Mariotte, Lei Charles-Gay-Lussac, Lei de Avogadro).

Assim, as atividades realizadas foram avaliadas com o objetivo de identificar nas explicações dos alunos a utilização dos modelos discutidos e compartilhados durante as atividades realizadas, e a transferências dos mesmos à explicação de fenômenos cotidianos.

## 6 | ORGANIZAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

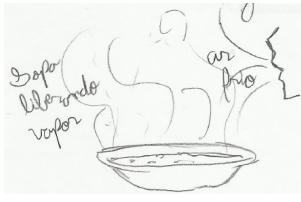
Com o intuito de analisar a compreensão dos alunos a respeito do assunto explicado anteriormente, caracterizamos esta pesquisa como qualitativa descritiva. Busca-se, assim, uma análise descritiva que se desdobra na utilização de instrumentos escritos para levantamento e análise dos dados por meio do método de análise de conteúdo de Bardin (1994).

As atividades foram desenvolvidas com as turmas da segunda série do Ensino Médio já descritas. Os alunos participaram da atividade de forma voluntária. Entre os sujeitos de pesquisa havia meninos e meninas, com faixa etária variando entre 15 a 18 anos. Os alunos responderam a uma atividade de aplicação e, foram escolhidas duas questões apresentadas a seguir, para a análise que se propõe neste trabalho:

1. Quando você descasca uma mexerica, as pessoas a sua volta sentem o cheiro da fruta. Como você explica o fenômeno do cheiro se espalhar? Porque o cheiro seria menos perceptível no inverno?

2. Elabore um modelo para explicar por que a sopa esfria quando a sopramos.

As questões acima foram escolhidas, pois eram as mais adequadas para avaliar se os alunos haviam compreendido os fenômenos abordados, uma vez que são aplicações cotidianas dos conceitos aprendidos em sala de aula. No Quadro 1 são apresentadas as unidades de sentido mais recorrentes nas respostas dos alunos.

Categoría	Unidade de sentido	Exemplos
Movimento de partículas (57)	Agitação molecular (32)	<p>“A sopa esfria, pois, a temperatura das moléculas “diminui”. Conforme a sopa está na panela as moléculas estão agitadas, quando sopramos a sopa a agitação das moléculas é menor”</p> <p>“O cheiro é menos perceptível devido a agitação molecular ser mais lenta”</p> 
	Velocidade das moléculas (15)	<p>“Porque as moléculas estão mais devagar por conta da temperatura do ambiente”</p> <p>“Porque as moléculas que estão na superfície, que estão mais agitadas, liberando vapor, se sopramos elas vão sair, e “subirão” outros vapores quentes, e se sopramos, “vai subir” outros e assim sucessivamente, até as moléculas diminuírem a velocidade de agitação, assim esfriando”</p> <p>“No frio as moléculas ficam mais calmas e no quente as moléculas estão mais agitadas”</p>
Expansão gasosa (69)	Expansão gasosa (20)	“Porque quando a temperatura está menor, o volume se expande com maior dificuldade”
	Tendência de ocupar o espaço disponível (17)	“O ar tem a tendência a “preencher” um espaço fazendo com que os gases se espalhem transmitindo o cheiro”

Quadro 1: Principais unidades de significado nas respostas dos alunos.

Fonte: Autores

Devido à grande quantidade de respostas, foram selecionadas algumas para cada categoria representada. Uma das características importantes presentes nas respostas dos alunos refere-se à utilização da natureza particulada da matéria para produzir explicações. A maior parte deles associa a difusão gasosa ao movimento das partículas, que é afetado pelas variáveis de estado. Em suas palavras, em relação à justificativa para o resfriamento da sopa ao ser assoprada, temos:

“Porque as moléculas que estão na superfície, que estão mais agitadas, liberando vapor, se sopramos elas vão sair, e “subirão” outros vapores quentes, e se sopramos, vai subir outros e assim sucessivamente, até as moléculas diminuírem a velocidade de agitação, assim esfriando.”

Percebe-se que os alunos são capazes de usar a analogia utilizada durante a

aplicação do modelo, abstraindo, primeiramente de forma empírica, os conceitos do experimento realizado, para depois aplicá-los adequadamente a uma nova situação problema. As influências da temperatura e da pressão no comportamento dos gases são percebidas em diversas respostas e a variação na agitação molecular é sempre atribuída a estas variáveis.

"O cheiro é menos perceptível devido à agitação molecular ser mais lenta"  
(quando está frio)"

"Porque as moléculas estariam mais paradas por conta da temperatura baixa por isso seria

menos perceptível"

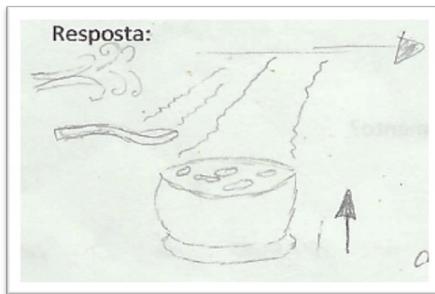
Há, por outro lado, o uso inadequado da ideia de pressão, relacionada ao movimento gasoso. O aluno refere-se ao "espalhamento" do odor da fruta devido a uma menor pressão durante um dia frio, confundindo pressão e temperatura, o que corrobora uma inadequação de compreensão muito comum no uso de modelos. Não é possível controlar a variável pressão de um gás a não ser como consequência de uma das outras variáveis, ou seja, temperatura, volume e quantidade de matéria (número de átomos ou moléculas). O aluno provavelmente confunde a diminuição ou o aumento de volume produzidos pela mudança de posição do pistão com o aumento ou diminuição da pressão do gás. Em suas palavras,

"Porque as moléculas se espalham com menos pressão no inverno"

É importante que o professor perceba a necessidade de utilizar experiências didáticas que possibilitem não apenas a construção de conceitos, mas aplicações a situações novas ou cotidianas. De acordo com Marques et al (1994), a reconstrução das representações dos aprendizes manifesta-se na utilização das mesmas, por analogia, a novas situações. Em suas palavras:

*Do processo de construção de todo conhecimento participam a abstração empírica e a reflexiva. A primeira abstrai suas informações dos próprios objetos e a segunda, mais diferenciada, comporta reorganização mental que conduz a um plano onde há uma reconstrução da representação e uma elaboração, por analogia, dos conceitos envolvidos (MARQUES et al. 1994, p. 103).*

Alguns alunos utilizaram desenhos para explicar os fenômenos nas questões propostas, como mostra a Figura 3.



“Se assoprar faz com que haja uma aceleração de diminuição de calor”.

Figura 3: Desenho para justificar o resfriamento da sopa. Fonte: Autores

O aluno, referindo-se a uma movimentação com o espalhamento do ar quente a partir do ato de soprar e promovendo uma diminuição mais rápida da temperatura, fez o uso de setas. O desenho auxilia o aluno na explicação, sendo assim uma forma de modelar o conhecimento que o mesmo utilizou para explicar o fenômeno ocorrido.

De uma forma resumida, podemos observar a organização das respostas dos alunos considerando 101 questionários respondidos, com aproximadamente 160 questões analisadas, na Figura 4.

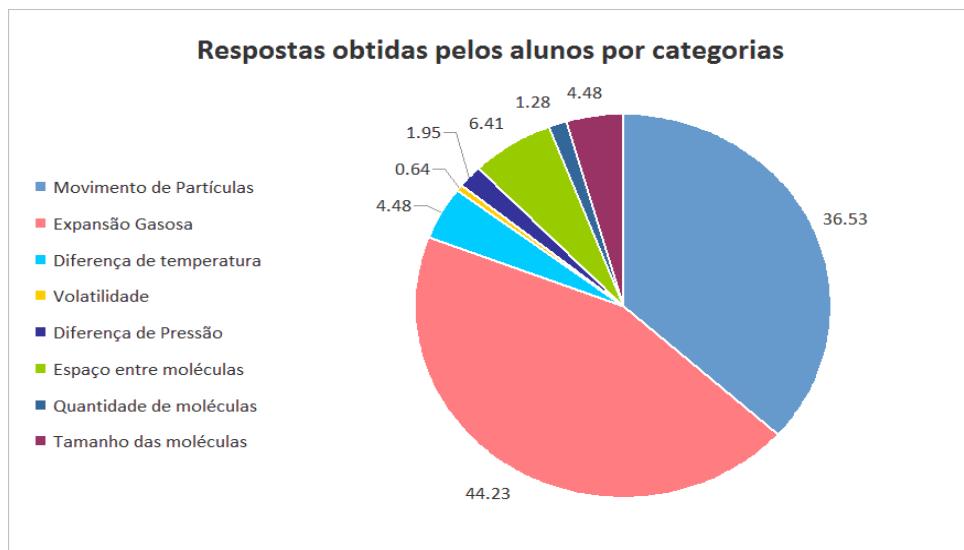


Figura 4: Respostas apresentadas pelos alunos por categorias.

Fonte: Autores

De acordo com o gráfico (Figura 4), percebemos que a maioria dos alunos responde às questões relacionando o fenômeno estudado à categoria de “expansão gasosa” (44,23%), porém, na maioria dessas respostas, surge o termo “agitação molecular” na mesma frase, demonstrando que os alunos foram capazes de relacionar mais de uma categoria para explicação do fenômeno alvo. A segunda categoria com a maior quantidade de respostas foi “agitação molecular” (36,53%), e em ambas as questões, os alunos relacionam a resposta ao conceito modelado.

## 7 | CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do modelo facilitou aos alunos uma construção de modelos mentais mais elaborados sobre fenômenos relacionados à Teoria Cinética dos Gases, fazendo com que a maioria explicasse os conceitos aprendidos, de forma correta, muitas vezes utilizando analogias múltiplas, as quais apresentam o conceito alvo e colocam mais de um análogo para explicar o mesmo alvo.

O uso do MMV ajudou na explicação da Teoria Cinética dos Gases e favoreceu a aplicação do conhecimento a situações cotidianas dos alunos, pois os resultados obtidos indicam a transferência dos conceitos apreendidos a outros contextos. A utilização do MMV usando miçangas simulando modelos para as partículas de gás ajudou na reflexão sobre o comportamento do estado gasoso, promovendo a construção de um modelo mental mais elaborado, e sugerindo uma linha de pensamento para a explicação do movimento observado. Tais modelos podem ser usados para ajudar os alunos a visualizarem melhor como ocorrem as colisões e a desenvolver um pensamento construtivo.

## REFERÊNCIAS

BARDIN, I. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições Setenta, 1994. 226 p.

CHAMIZO, J. A. A New Definition of Models and Modeling in Chemistry's Teaching. **Science & Education** 2011. Disponível em: <[http://www.joseantoniochamizo.com/pdf/a\\_new\\_definition\\_of\\_models\\_and\\_modeling\\_in\\_chemistry.pdf](http://www.joseantoniochamizo.com/pdf/a_new_definition_of_models_and_modeling_in_chemistry.pdf)> Acesso em: 15 dezembro 2015.

COSTA, P. P.; JUSTI R.; MOZZER N. B. O processo de co-construção de conhecimento no contexto de atividades de modelagem e a produção de argumentos por estudantes do ensino médio. **Atas** do VIII ENPEC 2011. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0386-1.pdf>> Acesso em: 09 dezembro 2015.

FERREIRA, P. F. M.; JUSTI, R. Modelagem e o “Fazer Ciência”. **Química nova na escola**, n. 28, p.32-36, maio 2008. Disponível em: <<http://qnesc.sbn.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf>>. Acesso em: 19 junho 2015.

JUSTI, R. Relações entre argumentação e modelagem no contexto da ciência e do ensino de ciências. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte: v.17, n. especial, 2015, p. 31-48 Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/epec/v17nspe/1983-2117-epec-17-0s-00031.pdf>> Acesso em: 20 novembro 2015.

\_\_\_\_\_. Modelos e modelagem no ensino de química: um olhar sobre aspectos essenciais pouco discutidos. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org) **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010, p. 209–230.

LARSEN, D. **Kinetic Theory of Gases**. 2015. Disponível em: <[http://chemwiki.ucdavis.edu/Physical\\_Chemistry/Physical\\_Properties\\_of\\_Matter/Phases\\_of\\_Matter/Gases/Kinetic\\_Theory\\_of\\_Gases/Kinetic\\_Theory\\_of\\_Gases](http://chemwiki.ucdavis.edu/Physical_Chemistry/Physical_Properties_of_Matter/Phases_of_Matter/Gases/Kinetic_Theory_of_Gases/Kinetic_Theory_of_Gases)> Acesso em: 13 janeiro 2016.

MANSON, E. A. Gas. 2016. **Encyclopædia Britannica Online**. Disponível em: <<http://global.britannica.com/science/gas-state-of-matter/Behaviour-and-properties>> Acesso em: 15 janeiro 2016.

MARQUES, P. M. A. et al. Demonstração em teoria cinética. **Cad. Cat. Ens. Fís.**, v. 11, n. 2: p.100-

104, ago. 1994.

MENDONÇA, P. C. C.; JUSTI, R. S.; FERREIRA, P. F. M. Analogias usadas no ensino de equilíbrio químico: compreensões dos alunos e papel na aprendizagem. **Enseñanza de las Ciencias**. Barcelona, vol. 23, n. extra, p. 1-4, 2005.

MIRANDA, C. L. Et al. Modelos Didáticos e Cinética Química: Considerações sobre o que se observou nos Livros Didáticos de Química Indicados pelo PNLEM. **Química nova na escola**, vol. 37, n. 3, p.197-203, agosto 2015. Disponível em: <[http://qnesc.sbn.org.br/online/qnesc37\\_3/07-EA-08-14.pdf](http://qnesc.sbn.org.br/online/qnesc37_3/07-EA-08-14.pdf)>. Acesso em: 19 novembro 2015.

NETTO, L. F. **Teoria cinética dos gases I**. 1999. Disponível em: <[http://www.feiradeciencias.com.br/sala08/08\\_12.asp](http://www.feiradeciencias.com.br/sala08/08_12.asp)> Acesso em: 7 março 2015.

NUNES, V. M. B. **INTRODUÇÃO À TEORIA CINÉTICA DE GASES**. 2003. Disponível em: <<http://www.docentes.ipt.pt/valentim/ensino/itcg.pdf>> Acesso em: 20 dezembro 2015.

PRINS, G. T. **Teaching and Learning of Modelling in Chemistry Education: Authentic Practices as Contexts for Learning**. Freudenthal Institute for Science and Mathematics Education, Utrecht University, 2010. Disponível em: <<http://dspace.library.uu.nl/bitstream/handle/1874/44370/prins.pdf?sequence=2>> Acesso em: 28 novembro 2015.

SILVA, G. S. **A Abordagem do Modelo Atômico de Bohr Através de Atividades Experimentais e de Modelagem**. 2013. 217f. Tese (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

SOUZA, V. C. A.; JUSTI, R. Interlocuções possíveis entre linguagem e apropriação de conceitos científicos na perspectiva de uma estratégia de modelagem para a energia envolvida nas transformações químicas, **Revista Ensaio**, v. 13, n. 02, p.31-46, mai-ago 2011.

WARTHA E. J.; REZENDE, D. B. Os níveis de representação no ensino de química e as categorias da semiótica de peirce. **Investigações em Ensino de Ciências** – V16(2), pp. 275-290, 2011.

## ALUNOS DO ENSINO MÉDIO E O ENSINO DE QUÍMICA NA FEIRA LIVRE

**Luis Carlos de Abreu Gomes**

Colégio Pedro II – *Campus Engenho Novo II*  
Rio de Janeiro – RJ

**Jorge Cardoso Messeder**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Rio de Janeiro – *Campus Nilópolis*  
Nilópolis – RJ

**Maria Cristina do Amaral Moreira**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Rio de Janeiro – *Campus Nilópolis*  
Nilópolis – RJ

de ter motivado os alunos a estudar química proporcionou agregar temas socioambientais à química na educação básica.

**PALAVRAS-CHAVE:** questões socioambientais, visita investigativa, feira livre.

### HIGH SCHOOL STUDENTS AND CHEMISTRY EDUCATION AT THE FAIR

**ABSTRACT:** The article deals with an experience report, with high school classes in chemistry classes, which seeks to relate socioenvironmental issues and chemistry teaching, based on the theoretical frameworks of the CTS movement using the free fair as a generating theme. Data collection was performed in two stages: before and after a planned visit. From the *corpus* of the research we conducted a thematic content analysis of Bardin, in order to understand the possibilities of relationship between chemistry and the free fair in the aspects pointed out by the students. The results reveal that this theme raised a set of subjects, such as food, pesticides, health, waste, social, pedagogical and motivational issues, among others. Thus, it can be concluded that the use of the free fair generator theme, besides motivating the students to study chemistry, allowed to add social and environmental themes to chemistry in basic education.

**KEYWORDS:** environmental issues,

investigative visit, free fair.

## 1 | INTRODUÇÃO

O ensino de química na maioria das escolas de ensino médio, ainda necessita de mudança. Muitas pesquisas consideram que o ensino desta disciplina, ainda permanece com foco na memorização, o que o distancia de uma abordagem que atenda a formação de cidadãos críticos capazes de tomarem decisões. O ideal seria que professores de química pudessem propor mais reflexões, sobre as questões presentes na vida dos alunos em interseção com os conteúdos específicos da química. (PINHEIRO, MATOS, BAZZO, 2007; SILVA, 2011; VEIGA, QUENENHENN, CARGNIN, 2011).

Segundo Freire (2001), os conteúdos programáticos quando repassados aos alunos em partes, totalmente desconectadas da sua realidade, não apresentam significados para eles e assim não ganham uma dimensão concreta, compreendendo palavras ocas sem força transformadora.

Chassot (2003) considera que escolas estão modificando a forma de ensinar, aderindo às novas perspectivas desenvolvidas, a partir de pesquisas e de professores inovadores.

Neste contexto, entende-se que para uma mudança social, cultural e política, realmente transformadora do ensino de química, foco desta investigação, se faz necessária à inclusão de questões com enfoque em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), de forma a proporcionar uma nova roupagem aos conteúdos dessa disciplina. Um ensino baseado em temas geradores, que associem o dia a dia do aluno, tais como questões socioambientais, com o conteúdo programático, provavelmente, pode promover uma transformação na forma que o aluno enxerga o ensino de química. (PINHEIRO, MATOS, BAZZO, 2007).

O ensino de ciências/química deve privilegiar atividades, que possam estar voltadas para situações vivenciadas pelos alunos visando o reconhecimento da ciência e seus produtos como elementos presentes no dia-a-dia, desenvolvendo a reflexão e argumentação para atuação. (SASSERON, CARVALHO, 2011). Desse jeito, o professor deve gerar atividades voltadas para o interesse do aluno, com estratégias de ensino que contribuam para sua aprendizagem. Outra dimensão interessante se dá no desenvolvimento de estratégias educativas, que aliem arte e ciência podendo gerar inovações para o ensino de química, no ambiente formal em consonância com atividades investigativas em ambiente não formal. Isso tem repercussões na sala de aula, onde se constata que a maioria dos alunos encara disciplinas, tais como a física e a química, por exemplo, como muito difíceis e não relacionadas ao cotidiano. (MEDINA e BRAGA, 2010). Podemos verificar que essas inserções de estratégias e atividades investigativas têm sido muito comum, nos

diversos simpósios, encontros, atividades e projetos que vinculam, por exemplo, ciência e arte. (SOUZA, BORGES, 2013; MESSEDER NETO et al., 2013). No que diz respeito aos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM), a mudança nos currículos parece já estar proposta.

De acordo com o artigo 22, da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), a Educação Básica tem por finalidade desenvolver o educando, assegurando-lhe uma formação indispensável para o exercício da cidadania, fornecendo-lhe os meios necessários para o seu progresso nos estudos superiores e na vida profissional. (BRASIL, 2000).

Propõe-se por essa lei, no nível do ensino médio, a formação geral, em oposição à formação específica; o desenvolvimento de capacidades de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las; a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercício de memorização. (BRASIL, 2002).

Segundo o PCN+ do ensino médio:

Química pode ser um instrumento da formação humana que amplia os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania, se o conhecimento químico for promovido como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade, se for apresentado como ciência, com seus conceitos, métodos e linguagens próprios, e como construção histórica, relacionada ao desenvolvimento tecnológico e aos muitos aspectos da vida em sociedade. (BRASIL, 2002, p. 87).

Observando o PCN+, verificamos que há a ênfase na mudança da forma de se ensinar química no ensino médio. Nesse sentido, entendemos que é necessário trabalhar de forma interdisciplinar, integrando as ciências naturais com as ciências sociais e com as artes.

Com base nesses pressupostos, o relato de experiência exposto nesse artigo, desenvolve uma ação pedagógica, a partir de uma visita planejada, a um espaço de ensino não formal, a saber, uma feira livre. A feira livre, como tema gerador, já foi objeto de estudo de outros trabalhos com ênfase no ensino de química. (MATTOS, OLIVEIRA JUNIOR, MESSEDER, 2010; MESSEDER, PIRES,

2013). É importante destacar que nesse relato de experiência usa-se o conceito de espaço não formal de educação como aquele que consente a reciprocidade de experiências. Para Ghon (2006), a educação nesse tipo de ambiente não se organiza em níveis escolares, de idade ou conteúdos. Tal ação educativa pode ser entendida como aquela que, por acontecer fora da escola, tem a finalidade de desenvolver temas e abordagens identificadas pelos alunos relacionadas com a química.

O trabalho pedagógico com “Temas Geradores”, com fundamentos ancorados na pedagogia freireana, é bem difundido no ensino, em vários segmentos da educação e disciplinas curriculares. (FREIRE, 1987). Porém, nem sempre os professores de química usam desse recurso, apesar de ser uma perspectiva metodológica interessante, para articular contribuições de disciplinas afins ou nem tão afins em termos curriculares. Ainda hoje, muitos estudos são usados para investigar como os professores de química trazem o uso de temas geradores em suas aulas, e como

se beneficiam com essa metodologia de abordagem dialógica-problematizadora. (SANTOS, MACHADO, SOBRAL, 2016).

O relato apresentado refere-se a uma etapa de investigação que foi desenvolvida no âmbito do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFRJ), na qual se procurou entender de que forma os alunos associam um acontecimento cotidiano com formas de aprender química. Trata-se de uma investigação que entende a química como constituída por uma série de fenômenos observáveis, nos quais professores e alunos elaboram explicações para o que observam e vivem. (SILVA et al., 2010). De acordo com esses autores, uma visita planejada ao entorno da escola constitui um tipo de atividade experimental, uma vez que pode ser associada aos conteúdos e temáticas do currículo de química (ou outra disciplina) de determinado nível escolar. Nesse sentido, a proposta didática que desenvolvemos no âmbito da investigação busca aproximar eventos do cotidiano dos estudantes, questões socioambientais e o ensino de química.

### **1.1 A utilização de temas socioambientais no ensino de química**

Santos e Schnetzler (2003) apontam a relevância da integração entre a informação química e o contexto social, no sentido que as temáticas com cunho social reforçam o papel da química, suas aplicações, implicações para os estudantes envolvidos nessa linha de investigação, sendo os mesmos estimulados a desenvolverem a tomada de decisão diante de certas situações, que nem sempre têm oportunidade de vivenciar.

Além disso, Kato et al. (2013) entendem que ainda há uma brecha nas pesquisas em ensino de química, em relação às questões socioambientais tal como é argumentado:

No contexto das pesquisas em Ensino de Química (EQ) é possível perceber uma ausência histórica da presença da dimensão ambiental, como aponta Schnetzler (2002) em um levantamento geral das pesquisas brasileiras em EQ publicadas em periódicos dessa área e nas Reuniões Anuais da Sociedade Brasileira de Química (RASBQ), no período de 1977 a 2001. (KATO et al., 2013, p.2)

Somado a esses aspectos incluímos a discussão de um currículo CTS na perspectiva de que esta abordagem pode ser uma boa opção, para que o aluno se torne um cidadão reflexivo, autônomo sobre questões que vivencia, tais como as injustiças sociais, o papel da ciência na sociedade, as relações entre tecnologia e ciência “oferecendo ao educando oportunidades para que ele adquira uma concepção ampla e humanista da tecnologia”. (PINHEIRO, MATOS, BAZZO, 2007, p. 150).

Utilizando a abordagem CTS é possível inserir outros conteúdos disciplinares menos hegemônicos e mais contemporâneos. (NASCIMENTO, von LINSINGEN, 2006).

Outro aspecto relevante em relação às ideias CTS diz respeito ao crescimento do debate das mesmas em artigos da área de ensino de ciências, no qual a

preocupação tem sido em discutir a transposição didática das mesmas para as estruturas curriculares, possibilitando a formação de nova geração de educadores, capazes de utilizar esses aportes teóricos em sua prática pedagógica. (RICARDO, 2007).

## 2 | METODOLOGIA

As três turmas (totalizando 62 alunos) da segunda série do ensino médio regular, do turno da manhã, do Colégio Pedro II – Campus Engenho Novo II, na cidade do Rio de Janeiro, foram convidadas a participar da investigação realizada pelo professor de química, aluno de pós-graduação do mestrado profissional, doravante denominado professor-pesquisador. Tal etapa fez parte do projeto de pesquisa, que vinha sendo desenvolvido no Mestrado Profissional do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências (PROPEC), no IFRJ, Campus Nilópolis. O projeto como um todo foi apresentado a todos os alunos da segunda série, do turno da manhã, no início do ano letivo de 2016 em conversa, entre eles e o professor-pesquisador, de forma que pudessem esclarecer e entender o grau de interesse, a disponibilidade e o envolvimento dos mesmos nas atividades a serem desenvolvidas.

### 2.1 O processo da escolha do tema gerador

Uma vez realizada as formalidades da pesquisa (o termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE – foi assinado nesse estudo), após aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa do IFRJ, segundo o parecer de número 1.736.755, foi sugerido que os alunos escolhessem o local a ser visitado/estudado, dando preferência a locais próximos à escola. Um aspecto ressaltado pelo professor-pesquisador sobre a escolha dos alunos está relacionado à possibilidade de se aprender química nesse local. Além disso, foi esclarecido, na ocasião da conversa para seleção do local, que além da escolha eles teriam que, na segunda parte da pesquisa (não realizada até o presente momento), elaborar esquetes teatrais para problematizar questões da química surgidas a partir da visita. Depois de várias discussões, os alunos optaram pela feira livre constituindo, portanto, o tema gerador desse relato.

Um segundo passo foi selecionar quais deles participariam da visita ao local, uma vez que, nem todos tinham disponibilidade de participar de atividades no turno da tarde. Vinte alunos se dispuseram a participar da visita a feira livre e contribuir mediando às discussões com os demais alunos envolvidos nas outras atividades a serem desenvolvidas na escola.

O professor-pesquisador durante a reunião com todos os alunos pediu que respondessem a seguinte pergunta de forma a registrar as possibilidades de estudo no espaço a ser visitado: *O que você espera aprender de química em uma feira livre?*

Os alunos das três turmas solicitaram responder à pergunta em casa e entregar suas respostas na próxima aula. As respostas trazidas pelos alunos a essa questão serão apresentadas no Quadro 1, no item *resultados e discussão*.

## 2.2 A visita planejada a uma feira livre

De acordo com Silva et al. (2010) uma visita planejada contribui não só com o conteúdo de química, mas possibilita desenvolver o senso crítico do aluno, ou seja, “a visita permite o levantamento da aplicação do conhecimento, criando a oportunidade de explorar e aprofundar o conteúdo químico e desenvolver o senso crítico dos alunos”. (SILVA et al., 2010, p. 256). A expectativa foi a de que, por meio da visita a feira livre, no retorno a sala de aula pudessem emergir contribuições, que relacionassem o tema gerador, a química e outras disciplinas, como questões sociais e ambientais identificadas na feira livre.

No dia programado, o professor-pesquisador e vinte alunos que puderam participar da atividade no contra turno, realizaram a visita à feira livre próxima a escola. Os demais alunos tinham outras atividades e não puderam participar da visita. Estes vinte alunos foram organizados em cinco grupos compreendendo quatro alunos por grupo. Esses grupos foram constituídos, no sentido de buscar aspectos diferenciados, a partir das categorias sugeridas nas respostas do conjunto de alunos a pergunta do professor-pesquisador anteriormente citada (Quadro 1). Os cinco grupos focaram em cinco questões abrangentes acordadas com o professor-pesquisador, tais como higiene e saúde; conservação dos alimentos; sobras e descarte; escolha dos alimentos e relações humanas.

No decorrer da visita a feira foi solicitada aos vinte alunos (em grupos), a realização de um pequeno relatório de forma a listar o que encontraram na feira, que se relacionava ao tema que eles queriam aprofundar e, como eles pensavam em estabelecer essa relação com a química.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tomamos por base a Análise de Conteúdo (AC) do tipo temática (BARDIN, 1977), para realizar a categorização e análise das respostas dos 62 alunos do ensino médio à pergunta motivadora e do relatório entregue pelos vinte alunos participantes da visita planejada. A AC se caracteriza como método empírico com regras básicas, no qual o conteúdo das respostas é avaliado por temas e pela análise dos ‘significados’. Para Bardin (1977), a AC é um método de investigação concreto e operacional, que pode ser aplicado a várias disciplinas, e que se caracteriza como técnica de análise, que utiliza um conjunto de procedimentos voltados ao entendimento do conteúdo das mensagens.

A primeira fase foi a da escolha dos documentos já mencionados, a serem

utilizados para definição das categorias e aqueles que serão submetidos à análise. A partir do levantamento das principais ideias associadas ao tema gerador procedemos a elaboração de categorias de análise (significados). A partir dessas categorias buscamos identificar recorrências, co-ocorrências das mesmas, nas palavras e expressões identificadas nas respostas livres dos alunos.

Os resultados são apresentados em dois blocos. O primeiro deles diz respeito às categorias de respostas dos alunos a pergunta do professor-pesquisador, ao que eles pensam ser possível aprender sobre química na feira livre. Os alunos (codificados A1 a A62) responderam à pergunta totalizando um número de 62 respostas apresentadas nas categorias do Quadro 1, sendo que uma mesma resposta pode pertencer a mais de uma categoria.

A análise que realizamos agrupou as respostas em oito categorias apresentadas da maior para a menor ocorrência, explicitadas e exemplificadas nos comentários a seguir.

A categoria Alimentos apresentou a maior ocorrência, ou seja, apenas vinte alunos do total não mencionaram essa palavra ou outra derivada da mesma, tal qual alimentação ou alimentar. A categoria Agrotóxicos, muito citada pelos alunos, parece incluir uma preocupação com as consequências do uso desse tipo de substância na relação com a alimentação. A categoria Orgânicos e Inorgânicos incluiu aqueles que mencionaram os dois termos, ou apenas os alimentos orgânicos. Muitas vezes o orgânico aparece como contraposição ao agrotóxico ou ao transgênico como no exemplo a seguir: “[...] nós podemos aprender em uma feira livre, como diferenciar um produto transgênico de um produto orgânico [...]” (A35). Nessa categoria, alguns se referiram a possibilidade de aprender a diferença entre a química orgânica e inorgânica. A categoria Questões Sociais é aquela na qual o aluno cita elementos outros, tais como, o consumo, a venda, o preço, o feirante, entre outros. Como exemplo temos “[...] eu espero aprender de forma diferente e descontraída, através dos alimentos, de conversa com os feirantes [...]” (A60). Nesse caso, mesmo que ele tenha se referido aos alimentos, o aluno parece entender que o feirante é um trabalhador que tem conhecimento relevante sobre o que vende e merece ser escutado.

Categorias	Palavras ou expressões	Recorrências
Alimentos	Rotina alimentar, composição, processamento, qualidades, seleção, origem, tipos, conservação, higienização, intolerância alimentar e características físicas.	40
Agrotóxico	Agrotóxico, substâncias tóxicas.	23
Orgânico e Inorgânico	Estrutura orgânica, química orgânica e inorgânica.	14

Questões Sociais	Consumo, venda, preço, feirantes, cotidiano.	10
Transgênicos	Mutação, geneticamente modificados.	5
Lixo	Chorume.	5
Expressões da química	Substâncias químicas, moléculas, reações químicas, fosforados.	1 cada
Outros	Fertilizantes, conservantes, remédios, nutrição, agricultura.	1 cada

Quadro 1: Como alunos do ensino médio associam a química com a feira livre

Fonte: autores

Quanto à categoria Transgênicos, a maioria citou a palavra transgênico e outros ainda adicionaram “alimentos geneticamente modificados” (A33). Na categoria Lixo os alunos demonstraram preocupação com a produção excessiva de lixo, que é descartado sem nenhum cuidado e despejado num aterro sanitário podendo gerar chorume, por intermédio de um processo químico. O exemplo a seguir demonstra o aspecto assinalado: “[...] o lixo também contribui para o aprendizado, quando exposto a temperatura elevada, libera substâncias que estão presentes na química [...]” (A16). Identificamos a categoria Expressões da Química no conjunto de palavras, que com frequência compõem o repertório dessa disciplina, tal como no exemplo: “[...] posso aprender sobre qualidades de cada alimento, e os diferentes tipos de reações químicas que acontecem em cada um diferenciando eles um do outro” (A56). A categoria Outros incluiu palavras citadas apenas uma vez e que não estão apenas relacionadas ao universo da química.

Além dessas categorias, identificamos um conjunto de respostas que tinham um teor mais relacionado a aspectos pedagógicos e motivacionais (informações, conceitos, matéria, conteúdo, complementar a aula, descontração, aprender de forma diferente, para além da sala de aula). Dois alunos responderam dizendo que não associavam a feira livre a nenhum aspecto da química.

As categorias acima apresentadas nos mostram, pelos exemplos dados, uma pluralidade de possibilidades, que segundo os alunos podem ser estudadas na feira livre em interação com a química expressando suas perspectivas quanto a um trabalho interdisciplinar. Além disso, foi possível observar que alguns alunos mostraram o interesse em uma aula diferente, fora do tradicional, e com isto esperam poder fazer associações da química com seu dia a dia. Por fim, verificamos que alguns alunos não sabem como associar as aulas de química com a feira livre, o que correspondeu a dois alunos no total, como no exemplo “[...] mesmo tendo aula de química toda semana, consigo achar poucas relações entre a química e a feira livre” (A30).

O segundo bloco apresenta o resultado das respostas ao relatório dos grupos que participaram da visita planejada à feira livre. Eles puderam efetuar observações

focadas em temas pré-selecionados, conforme podemos observar nos relatórios entregues após a visita. Os trechos dos relatórios entregues pelos alunos serão elucidados no Quadro 2.

Grupo	Exemplos do relatório
1. Higiene e Saúde	Falta de higiene, pessoas sem camisa, não utilizam luvas, fumo, alimentação e manuseio de alimentos. Comprometimento com a saúde (hábitos).
2. Conservação dos alimentos	Condições de conservação dos alimentos não ideais, exposição ao sol, manuseio com as mãos sujas, armazenamento sem organização, presença de vários insetos.
3. Lixo	Não cuidado com o descarte das sobras ou do lixo produzido, o lixo é jogado no chão, os garis fazem mutirão varrendo tudo, recolhem nos caminhões de lixo.
4. Escolha dos alimentos	Pessoas que frequentam a feira não se preocupam em como aquele alimento foi produzido, ou como ele chegou até a feira. A maioria das pessoas procura o alimento mais barato, mesmo que ele não esteja em tão boas condições, quanto em outra barraca.
5. Relações Humanas	Relações humanas muito intensas, entre os feirantes, entre o feirante e o consumidor, entre os consumidores, os pedintes, garis.

Quadro 2: Relatórios da visita planejada a feira livre

Fonte: autores

Podemos observar que, a partir do momento que os alunos se envolvem com a visita, a relação com as primeiras questões levantadas se modifica um pouco. Por exemplo, no caso do lixo, onde o problema era o chorume, agora as preocupações estão voltadas para questões de higiene. Outro exemplo, diz respeito ao alimento cuja preocupação inicial era com os tipos de alimentos e agora a questão parece focar nas condições econômicas dos consumidores. Em relação ao grupo cinco (relações humanas), no início das atividades desse estudo, os alunos se lembraram dos feirantes (dois alunos mencionaram) agora o grupo identifica que as relações humanas no contexto visitado são intensas, envolvendo, para além dos tipos de alimentos, usos de agrotóxicos etc. como possibilidades de estudo da química, as relações vendedor e consumidor (diversidade de consumidores) e as desigualdades sociais presentes no evento social estudado.

Por fim, esse estudo que realizamos constituiu etapa preparatória para o trabalho que os alunos realizarão culminando com a montagem de esquetes de teatro de forma interdisciplinar, envolvendo não só as ciências da natureza (química e biologia), mas também as ciências sociais (sociologia) e as ciências humanas (artes e linguagem), e, sobretudo associando a química com a feira livre. A perspectiva para a continuidade desse trabalho, seria uma apresentação de esquetes teatrais, totalmente organizadas pelos alunos e, portanto esse estudo teve como foco a motivação dos mesmos, com a possibilidade de demonstrarem que é possível aprender química de uma forma diferente e agradável, relacionando o cotidiano com o que se aprende na escola.

## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora o ensino de química ainda seja considerado complexo por muitos alunos, professores e a sociedade em geral, pelo excesso de fórmulas e nomes a serem entendidos é possível superar essa visão através de um trabalho, que leve em conta a dimensão interdisciplinar do conhecimento dando suporte conceitual e, ao mesmo tempo enfatizando elementos que possam auxiliar na formação de um cidadão reflexivo.

Entendemos que nesse estudo foi possível vislumbrar espaços de diálogo entre a informação química e o contexto social, nas atividades intencionais realizadas com os alunos sobre o papel da química, suas aplicações, e as implicações dos alunos/indivíduos em uma coletividade.

Tanto a discussão, como a visita a feira livre ocasionaram um grande interesse dos alunos expresso pela participação de todos trazendo exemplos, questionamentos, dúvidas entre outros. O objetivo desse trabalho se relaciona a entender de que forma os alunos conseguem aprender química, de forma interdisciplinar, a partir de uma visita planejada a uma feira livre. Observamos que foram feitas inúmeras associações entre a ciência e as questões sociais, demonstrando haver, por parte dos alunos, a compreensão de que o conhecimento da química pode estar no estudo do cotidiano e não apenas nos livros e nas explicações do professor.

Nesse contexto, relações tais como alimentos *versus* consumo, saúde *versus* higiene, o uso dos agrotóxicos e a compreensão do que seja os transgênicos entre outras questões socioambientais, apontados pelos alunos, podem fazer parte do currículo de química.

Por fim, acreditamos que um ensino que associe as ciências da natureza com as ciências humanas faz com que o aluno estabeleça conexões entre as artes, a tecnologia, o meio ambiente e a vida em comunidade, de maneira a se formar um cidadão pleno. Este, provavelmente parece ser o caminho para a transformação da sociedade.

## REFERÊNCIAS

- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.
- BRASIL, PCNEM: Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio. 2000.
- \_\_\_\_\_. **PCN+ Ensino Médio**: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. 2002.
- CHASSOT, A. **Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social**. Revista Brasileira de Educação, n. 22, p. 89-100, 2003.
- FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 31<sup>a</sup> edição. São Paulo: Paz e Terra, 2001.
- GHON, M. G. **Educação não formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas nas escolas**. In: Ensaio: aval. pol.públ. Educ., Rio de Janeiro, v.14, n.50, p. 27-38, jan./mar. 2006.
- MATTOS, T. V., OLIVEIRA JUNIOR, G. I., MESSEDER, J. C. **Alimentos em feiras livres: abordagem em vídeo educativo para o ensino de química**. Atas... XV Encontro Nacional de Ensino de Química, Brasília/DF, 2010.
- MEDINA M.; BRAGA M. **O teatro como ferramenta de aprendizagem da física e de problematização da natureza da ciência**. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 27, n. 2, p. 313-333, ago. 2010.
- MESSEDER, J. C., PIRES, T. C. A., PIRES, R. O. **Materiais midiáticos e temas sociais: ampliando a prática do ensino CTS na licenciatura em química**. Atas... IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Águas de Lindóia/SP. Anais do Evento, 2013.
- MESSEDER NETO, H. S.; PINHEIRO, B. C. S.; ROQUE, N. F. **Improvisações Teatrais no Ensino de Química: Interface entre Teatro e Ciência na Sala de Aula**. Revista Química Nova na Escola, v. 35, n. 2, p. 100-106, 2013.
- NASCIMENTO, T.G.; VON LINSINGEN, I. **Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências**. Convergência, Toluca, v. 13, p. 95-116, 2006.
- PINHEIRO, N. A. M.; MATOS, E. A. S. A.; BAZZO, W. A. **Refletindo acerca da Ciência, Tecnologia e Sociedade: enfocando o ensino médio**. Revista Iberoamericana de Educación, 2007, n. 44, p. 147-165.
- RICARDO, E. C. **CTSA: obstáculos e possibilidades para a sua implementação no contexto escolar**. Revista Ciência e Ensino, Edição Especial, v.1, nov. 2007.
- SANTOS, A. H; MACHADO, S. M. F.; SOBRAL, M.N. **Temas geradores no ensino de química: Concepções de educadores e educandos de duas escolas da rede estadual de ensino básico de Sergipe**. Revista Teias, Cinema e Educação em Debate, v. 17, n. 47, 2016.
- SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. 3<sup>a</sup> ed. Ed. Unijuí, 2003.
- SILVA, A. M. Proposta para tornar o ensino de Química mais atraente. **Revista de Química Industrial**, p. 07-12, 2011.
- VEIGA, M. S. M.: QUENENHENN, A.: CARGNIN, C.: **O ensino de química: algumas reflexões. I Jornada de didática – O ensino como foco** – In. I Fórum de professores de didática do estado do Paraná. Campo Mourão – PR, 2011, p. 189 – 198.

## CONSUMO, CONSTITUIÇÃO E ADULTERAÇÕES DO LEITE: UMA PROPOSTA DE CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

**Nathan Roberto Lohn Pereira**

Mestrando em Ciências Ambientais pela Universidade do Sul de Santa Catarina.

**Flavia Maia Moreira**

Professora Doutora do Instituto Federal de Educação Profissional e Tecnológica de Santa Catarina – Campus São José.

significativa de conceitos químicos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fraudes do Leite; Contextualização; Sequência Didática.

### 1 I INTRODUÇÃO

O leite é uma das principais fontes de nutrientes da dieta humana. Na infância, participa na formação e no desenvolvimento do organismo como fonte de proteínas, gorduras, vitaminas e sais minerais; na adolescência, se destaca por oferecer condições para o crescimento rápido com boa constituição muscular, óssea e endócrina; para pessoas idosas é uma das principais fontes de cálcio, essencial na manutenção da integridade óssea (PANCATTO, 2011).

Com o aumento da demanda comercial e os avanços tecnológicos na conservação de alimentos, estabeleceram-se processos e técnicas buscando prolongar a validade do leite. Destacam-se os processos de pasteurização e de ultrapasteurização, tratamentos térmicos com redução ou eliminação da carga bacteriana do leite. Todavia, também com o propósito de aumentar a vida útil do leite e de sua lucratividade, têm-se os crescentes casos de adulteração. As fraudes afetam as qualidades nutricionais do leite, podendo ocasionar sérios

**RESUMO:** O leite apresenta-se indissociável da alimentação da maioria dos seres humanos. Para possibilitar uma abordagem significativa dos conteúdos, os Parâmetros Curriculares Nacionais orientam o estudo contextualizado. Assim, a presente pesquisa buscou saber se o ensino contextualizado com a temática “Consumo, Constituição e Adulterações do Leite” possibilita a abordagem significativa de conceitos químicos. A articulação dos componentes curriculares “TCC” e “Estágio de regência em Química” possibilitou a elaboração, aplicação e avaliação de uma sequência didática de caráter experimental com uma turma de nível médio do Instituto Federal de Santa Catarina – Campus São José acerca de tal temática. Para inferir a significância da aplicação da sequência, foram aplicados questionários com os discentes e elaborados relatos de aula. Na análise desses concluiu-se que o planejamento de atividades de ensino na perspectiva das sequências didáticas contextualizadas possibilita a abordagem

danos à saúde do consumidor (BRASIL, 2006).

Apesar do crescente quadro de insegurança alimentar em relação ao consumo do leite em decorrência das fraudes, pouco se é discutido no âmbito escolar acerca de tal temática, inclusive na disciplina Química. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) “a Química pode ser um instrumento da formação humana que amplia os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania, se o conhecimento químico for promovido como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade (...)" (BRASIL, 2000, p. 84). Assim, faz-se necessário promover situações de contextualização de conhecimentos, tal como sobre o consumo e as fraudes do leite. Além de possibilitar a percepção da existência no seu cotidiano dos conteúdos químicos “formais”, tais situações proporcionam aos educandos momentos de reflexão, desenvolvendo a capacidade de compreender e possivelmente intervir na sociedade em que está inserido.

A contextualização com temáticas permite ao discente sentir que o saber não é apenas um acúmulo de conhecimentos técnico-científicos, mas também uma ferramenta que possibilita a compreensão do mundo, auxiliando na tomada de decisões (MARANHÃO, 2009).

Desta forma, tendo em vista a importância do leite à alimentação e os casos de adulteração, objetiva-se com esse estudo elaborar uma sequência didática envolvendo essa temática, a ser aplicada com uma turma de nível médio do Instituto Federal de Educação Profissional e Tecnológica de Santa Catarina – Campus São José. Articulando-se com a temática, também se propõe conciliar o estudo do conteúdo “Funções Orgânicas”. Esse conteúdo é abordado na maioria das vezes de forma demasiada abstrata, não contextualizada, restringindo-se a identificação de determinado grupo funcional orgânico em moléculas aleatórias (Alba et. al, 2010).

Assim, coloca-se como principal questionamento desse estudo: uma sequência didática contextualizada de caráter experimental sobre o consumo, constituição e adulterações do leite possibilita/contribui para uma abordagem significativa de conceitos químicos?

## 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Leite

De acordo com a Instrução Normativa nº 51 de 2002, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, o leite bovino comercializado é o produto oriundo de ordenha, em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas. (BRASIL, 2002). O leite é uma solução aquosa com variados nutrientes, destacando-se a riqueza nutricional, em especial pela significativa presença de proteínas (principalmente a caseína e a albumina), carboidratos (majoritariamente lactose) e sais minerais (em especial cálcio). A grande maioria das vitaminas também está

presente no leite. (SGARBIERI, 2004)

Objetivando eliminar ou diminuir a carga bacteriana e consequente aumentar a vida útil do leite, emprega-se o tratamento térmico, pré-requisito obrigatório para a sua comercialização no Brasil. O leite comercializado pode ser dividido em duas principais categorias em relação ao tratamento térmico: o leite pasteurizado, também denominado HTST (High Temperature and Short Time), com aquecimento aproximado à 75°C durante 15 segundos ou 60°C durante 30 minutos, donde há a redução da carga bacteriana e o produto necessita ser mantido em refrigeração com validade máxima de quatro dias; o leite UHT (Ultra High Temperature) ou Longa Vida, com aquecimento de 130°C à 150°C durante cinco segundos, com eliminação de todas as formas vegetativas de bactérias e vida útil de quatro meses, sem necessidade de refrigeração. Em decorrência da maior viabilidade comercial e lucratividade, sem necessidade de refrigeração, o leite Longa Vida corresponde à ampla maioria (aproximadamente 80%) do leite comercializado no Brasil. (SILVA & DEA, 2006).

A seguir apresenta-se a porcentagem média dos nutrientes que compõem o leite bovino cru, isto é, o leite que não foi processado. O processo de pasteurização ou ultrapasteurização praticamente não altera a composição em relação aos nutrientes, apenas reduz ou elimina a carga microbiana e a atividade enzimática.

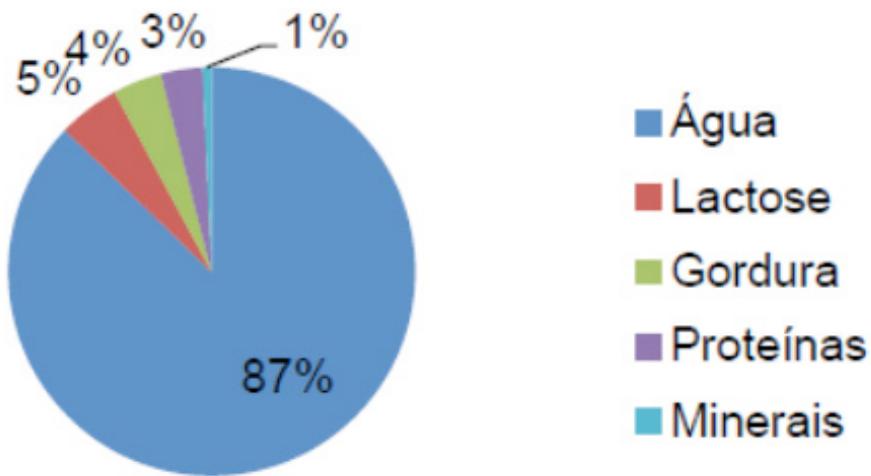


Gráfico 1: Composição Química do Leite Bovino. Fonte: SGARBIERI, 2004, p. 398.

Conforme o gráfico, pode-se dizer que o leite é uma solução aquosa com variados nutrientes. Destaca-se a riqueza nutricional, em especial pela significativa presença de proteínas (principalmente a caseína e a albumina), carboidratos (majoritariamente lactose) e sais minerais (em especial cálcio). A grande maioria das vitaminas também está presente no leite.

## 2.2 Contextualização: o leite como tema norteador no ensino de química

Um dos principais objetivos do ensino é capacitar os educandos a tomarem

suas próprias decisões em “situações problemas”, contribuindo assim para seu aperfeiçoamento como sujeitos humanos e cidadãos. Segundo Chassot (1993), o ensino de química pode ser uma importante ferramenta na formação de cidadãos na medida em que facilita a leitura do mundo e permite uma maior integração dos indivíduos à sociedade de forma consciente e ativa.

Porém, essa perspectiva de ensino de química que objetiva proporcionar uma aprendizagem significativa e uma educação transformadora não é a realidade de muitas escolas brasileiras. Segundo Batista et al. (2013, p.1), na química “a visão de um ensino tradicional ainda é bem presente, resumido a mera decodificação de conceitos e fórmulas restrita a baixos níveis cognitivos”. Desta forma, são recorrentes no ensino de química concepções tradicionais de ensino, centradas na passividade do aluno, na repetição, no treinamento e na predileção dos conteúdos.

Assim, há a necessidade de superar essa realidade mediante aulas contextualizadas, atrativas, que possibilitam a participação do educando e os levem a associar ao seu cotidiano aquilo que aprendeu ou aprenderá. Segundo Freire (2005, p 100), “será a partir da situação presente, existencial, concreta, refletindo o conjunto de aspirações do povo, que poderemos organizar o conteúdo programático da educação”.

A ideia de contextualização<sup>1</sup> do ensino fortaleceu-se, sobretudo, a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB-9.394/97), com a reforma do ensino médio, sugerindo a compreensão de conhecimentos para uso cotidiano. Está presente nas diretrizes estabelecidas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), os quais objetivam um ensino de química centrado na interface entre conhecimento científico e contexto social (BRASIL, 2000).

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (2000), a contextualização do ensino possibilita a aprendizagem significativa na medida em que aborda temas intrínsecos a realidade, de relevância social, que permitem ao educando identificar e se identificar nas questões propostas.

[...] todo conhecimento é socialmente comprometido e não há conhecimento que possa ser aprendido e recriado se não se parte das preocupações que as pessoas detêm. O distanciamento entre os conteúdos programáticos e a experiência dos alunos certamente responde pelo desinteresse e até mesmo pela deserção que constatamos em nossas escolas. A aprendizagem significativa pressupõe a existência de um referencial que permita aos alunos identificar e se identificar com as questões propostas. Essa postura não implica permanecer apenas no nível de conhecimento que é dado pelo contexto mais imediato, nem muito menos pelo senso comum, mas visa a gerar a capacidade de compreender e intervir na realidade, numa perspectiva autônoma e desalienante. (BRASIL, 2000, p. 22)

Assim, verifica-se também que a contextualização não deve servir para a banalização de conteúdos químicos, mas sim para possibilitar e /ou facilitar a sua aprendizagem, como também para o desenvolvimento da criticidade e da capacidade

1. Evidencia-se a existência de diferentes concepções de contextualização. Todavia, a proposta desse estudo aborda a contextualização como prática norteadora da prática educativa, não como mera exemplificação de questões do cotidiano do educando.

de “tomada de decisões”.

A utilização de temas do cotidiano do aluno para mera exemplificação de conceitos e para evidenciar que aquilo que se está estudando está presente em sua realidade pouco contribui para um ensino problematizador, crítico e significativo. Segundo Pazinato (2013, p. 23) “apenas citar exemplos presentes no dia a dia dos discentes não é suficiente para o alcance de objetivos educacionais como o desenvolvimento de atitudes e valores para a formação de um cidadão crítico”.

Assim, num ensino de química contextualizado, a “temática” da aula além de estar intrínseca ao dia-a-dia dos discentes também norteia e problematiza o processo de ensino-aprendizagem. A temática da presente pesquisa é focada no leite, que está associado à alimentação humana desde o seu nascimento.

A pesquisa fundamenta-se no tema estruturador “8” “Química e Biosfera” do PCN+, que diz:

Neste tema, propõe-se o estudo dos compostos orgânicos de origem vegetal e animal como fontes de recursos necessários a sobrevivência humana: suas composições, propriedades, funções, transformações e usos. Nesse contexto, a chamada “Química Orgânica” ganha outro significado, integrando conceitos e princípios gerais tratados em outros temas. (...) Alimentos de origem vegetal/animal tais como carboidratos, proteínas, óleos ou gorduras podem ser o ponto de partida para o entendimento, na escala microscópica, da formação de cadeias carbônicas, dos tipos de ligação do carbono, das funções orgânicas e de isomeria (BRASIL, 2002, p. 101).

Desta forma, o oitavo tema estruturador do PCN+ orienta o estudo de conteúdos químicos específicos, como funções orgânicas e biomoléculas, a partir de uma temática, como o leite.

### 3 | METODOLOGIA DA PESQUISA

Propõe-se a elaboração, aplicação e avaliação de uma sequência didática sobre a temática “Constituintes e Adulterações do Leite” com uma turma de nível médio na disciplina Química do curso integrado de Telecomunicações do IFSC – Campus São José. Desta forma, trata-se de uma pesquisa de caráter exploratório, caracterizada como um estudo de caso, tendo em vista que se busca apreender, compreender e descrever significados que estudantes de uma determinada turma específica atribuíram ao ensino de química a partir da sequência didática proposta (Gil, 2008).

#### 3.1 Elaboração da Sequência Didática: Articulação entre os Componentes curriculares Estágio de Regência e TCC

A “sequência didática” é uma expressão empregada na área da Educação para designar um procedimento encadeado de etapas interligadas, donde o objetivo central é tornar mais significativo e eficiente o processo de ensino aprendizagem.

É uma estratégia de planejamento de aula muito utilizada no ensino de Ciências, permitindo alcançar-se um ensino investigativo, com problematização, organização dos conteúdos e aplicação do conhecimento. Na elaboração de uma sequência didática podem ser empregadas diversas estratégias e recursos didáticos, tais como, aulas expositivas utilizando quadro e slides, debates, fóruns, experimentos em laboratório, jogos de simulação, leitura de textos, dinâmicas, atividades avaliativas, entre outros (BATISTA et al. 2013).

Com a possibilidade e o incentivo por partes dos educadores em conciliar esforços entre os componentes curriculares “Estágio de Regência em Química” e “Trabalho de Conclusão de Curso”, propôs-se a aplicação da sequência durante as regências de química. Essa articulação facilitou a superar alguns desafios encontrados ao longo da construção da sequência. Exemplificando, a sequência incluiria a abordagem de um conteúdo químico “clássico”: o estudo das funções orgânicas. Assim, caberia articular de forma contextualizada o ensino do conteúdo “Funções Orgânicas” através de uma sequência didática contextualizada de caráter experimental sobre a temática “Consumo, Constituição e Adulterações do Leite”. Esse processo foi demasiadamente facilitado pelos estudos, leituras e discussões tidos na disciplina de Estágio de Regência em Química, como a elaboração dos planos de aulas da sequência didática, a seleção de fontes para a elaboração das aulas, as sugestões das educadoras à sequência, entre outros aspectos.

Agregando o estudo das funções orgânicas à sequência, optou-se por planejá-la para seis aulas de 55 minutos. Elaboraram-se planos de aula detalhados com objetivos, desenvolvimento do tema, recursos didáticos e avaliação das aulas da sequência. Também se propôs observar aulas de química da turma a ser aplicada a sequência, buscando conhecer o grupo discente e o conteúdo por eles estudado, orientando assim o planejamento das regências. Tais observações originaram um relato de observação fundamentado. A turma era uma 6<sup>a</sup> fase do curso de Ensino Médio Integrado de Telecomunicações, IFSC/Campus São José, constituída por 24 discentes de idade média de 17 anos.

Com o propósito de mensurar a concepção prévia dos discentes sobre a temática “Consumo, Constituintes e Adulterações do Leite”, aplicou-se um “questionário inicial” contendo nove questões (duas objetivas e sete discursivas). Ao término da sequência se aplicou um “questionário final”, com sete questões (seis objetivas e uma discursiva), objetivando principalmente saber como os educandos avaliaram alguns aspectos da sequência didática. Outras estratégias e recursos didáticos empregados à sequência foram: aula expositiva dialogada tendo como recursos slides e quadro; pesquisa e discussão de reportagens jornalísticas; experimentos em sala de aula e no laboratório; visualização e discussão de um vídeo.

Buscando também avaliar a aplicação da sequência didática e a prática docente, propôs-se redigir relatos fundamentados das aulas, contendo os principais momentos das aulas e as inquietações enquanto educador. Para nortear a elaboração da

sequência em termos de conteúdo e auxiliar da transposição didática de conceitos químicos mais amplos, empregou-se o capítulo 19 (*Alimentos e Funções Orgânicas*) do livro “*Química e Sociedade*”, de 2005, volume único, dos autores *Wildson Luiz Pereira dos Santos e Gerson de Souza Mol.* O texto aborda o estudo das funções orgânicas e das biomoléculas a partir da temática “Alimentos”, numa perspectiva similar a proposta por essa pesquisa, com a problematização do conteúdo a partir de um tema.

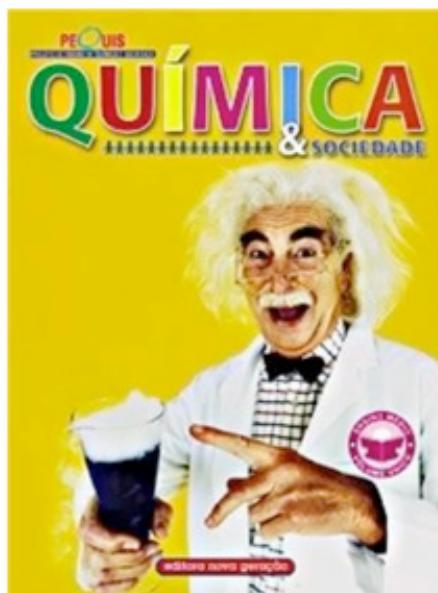


Figura 1: Capa do Livro “Química e Sociedade” (2005), de Wildson Luiz Pereira dos Santos e Gerson de Souza Mol.

Fonte: <[http://statics.livrariacultura.net.br/products/capas\\_lg/348/9011348.jpg](http://statics.livrariacultura.net.br/products/capas_lg/348/9011348.jpg)> 2014. Acesso: 10 jan. 2016.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Aplicação da Sequência Didática

Ao longo do presente estudo foram elaboradas diferentes versões de sequência didática sobre a temática “Constituintes e Adulterações do Leite”. Inicialmente os princípios das análises do leite norteariam uma sequência de cinco aulas de aproximadamente 55 minutos sobre métodos de análise de laboratório. Depois de aperfeiçoamentos à sequência, incumbiu-se a ela o estudo mais detalhado dos constituintes orgânicos do leite (biomoléculas orgânicas), mantendo-se o número de aulas. Com a possibilidade de conciliar a proposta da sequência ao “Estágio de Regência em Química”, integrou-se o estudo problematizado das principais funções orgânicas. A versão “final” da sequência didática, aplicada nos dias 3, 10 e 17 de dezembro de 2015, pode ser visualizada a seguir. Podem ser identificados os principais momentos, estratégias e encaminhamentos planejados para as aulas.

1ª Aula: Consumo e Composição do Leite e Estudo da Função Orgânica

## Álcool.

- Questionário Inicial, abordando questões do cotidiano dos alunos (consumo do leite, tipos de leite, fraudes do leite, entre outras);
- Problematização sobre a importância do leite à alimentação humana, abordando a questão da intolerância à lactose (o que é? por que ocorre? é hereditário?);
- Estudo contextualizado sobre os componentes do leite, utilizando slides e quadro negro. Maior detalhamento sobre vitaminas (o que são; qual a importância);
- Partindo de estruturas de algumas vitaminas que compõem o leite, iniciar o estudo da função orgânica álcool. Definição de função orgânica. Discussão sobre o que se entende comumente por “álcool” e o que se associa a essa expressão. Estudo contextualizado, mediante slides e quadro, de algumas propriedades dos álcoois (polaridade, solubilidade, ponto de fusão e ebulição).

## 2<sup>a</sup> Aula: Composição do Leite e Estudo das Funções Orgânicas Cetonas, Aldeídos, Ácidos Carboxílicos e Ésteres.

- Continuidade da temática “constituintes do leite”, com foco nos Carboidratos. Estudo da síntese e quebra da lactose, com retomada mais detalhada da discussão sobre intolerância a lactose.
- Estudo das funções orgânicas cetona e aldeído a partir da estrutura dos monossacarídeos glicose e galactose (aldoses) e frutose (cetose). Detalhamento de algumas propriedades das cetonas e aldeídos.
- Problematização sobre gorduras, outro constituinte do leite, com apontamento de questões como “o que são gorduras?”, “qual a importância?”, “a o que são associadas?”. Mediante slides serão exemplificadas as estruturas de alguns lipídeos presentes no leite (ômega 3 e 6 e triglicerídeos);
- As estruturas dos ácidos graxos ômega 3 e 6 servirão de gênese para a abordagem da função ácido carboxílico. Estudo da acidez, solubilidade, polaridade, ponto de fusão e ebulição dos ácidos carboxílicos. Para o início do estudo da função éster e algumas de suas propriedades será empregado à estrutura dos triglicerídeos e a própria reação de esterificação;
- Atividade em grupos como tarefa: pesquisa e leitura de uma reportagem tratando de fraudes do leite (adulteração por peróxido de hidrogênio, adulteração por hidróxido de sódio, adulteração por álcool etílico, adulteração por formol, fraude por antibióticos).

## 3<sup>a</sup> Aula: Composição do Leite e Estudo das Funções Orgânicas Nitrogenadas Amida e Amina.

- Continuidade do tema “Constituintes do Leite”. Problematização envolvendo proteínas (o que são? qual a importância?). Estudo das estruturas, propriedades e funções das proteínas a partir de proteínas encontradas no leite (caseína, albumina e enzimas – fosfatase alcalina e peroxidase);

- Emprego da estrutura geral dos aminoácidos para o início do estudo da função amina e algumas de suas propriedades. Utilização de projeções e quadro para elucidação de conceitos. Para a abordagem da função amida, propõe-se partir da ligação entre aminoácidos (ligação peptídica), caracterizada pela formação de um grupo amida.

- Experimento demonstrativo: “isolamento” da proteína do leite (caseína), possibilitando discussões sobre as consequências de alterações do pH e da temperatura na estrutura das proteínas;

- Entrega impressa do capítulo 19 (Alimentos e Funções Orgânicas) do livro “Química e Sociedade”, de Wildson Luiz Pereira dos Santos e Gerson de Souza Mol, para posterior leitura e estudo das biomoléculas orgânicas que compõem o leite (vitaminas, carboidratos, lipídeos, proteínas) e sobre funções orgânicas.

#### 4<sup>a</sup> Aula: Processamento e Adulteração do Leite.

- Visualização do vídeo “De onde vem o Leite?” (<https://www.youtube.com/watch?v=-VO-AwSyhsQ>). Discussão sobre elementos do vídeo: tipos de leite (leite tipo A, B e C; leite UHT (em caixinha) e leite pasteurizado (em saquinho)); tratamento térmico do leite (pasteurização e ultrapasteurização); maneiras e propósitos de se fraudar o leite;

- Socialização da atividade em grupo (tarefa da Aula 2) sobre reportagens de adulterações do leite. Discussões envolvendo alguns dos principais compostos utilizados para fraudar o leite (álcool etílico, formaldeído, peróxido de hidrogênio, hidróxido de sódio, amido, antibiótico) e as consequências do consumo de leite com esses compostos à saúde humana. Debate sobre o papel da fiscalização, das denúncias, da mídia e de nós, cidadãos e possíveis consumidores, frente às fraudes da indústria do leite.

#### 5<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> Aula: Análises de Qualidade do Leite

- Apresentação da estrutura e de equipamentos do laboratório didático de química.

- Explicação sobre os princípios gerais das reações colorimétricas, com realização do experimento “Determinação de Adulteração por Álcool Etílico”.

- Formação de grupos para realização de experimentos, com explicação dos princípios químicos e da empregabilidade dos testes: 1º) Adulteração por Amido (teste do iodo); 2º) Teste do Alizarol; 3º) Determinação das enzimas fosfatase alcalina e peroxidase no leite.

- Discussão sobre outras análises que podem ser realizadas com o leite para verificar sua qualidade e identificar casos de fraude;

- Atividade avaliativa de consulta sobre o conteúdo “Funções Orgânicas”;

- Questionário final, com questões objetivando principalmente saber o parecer e a avaliação dos educandos em relação à sequência didática.

## 4.2 Reflexões a partir da análise dos questionários

A seguir serão relatadas reflexões inerentes à análise de algumas questões dos questionários final e inicial. A primeira questão do questionário final procurou inferir como os alunos avaliaram as aulas da sequência. O gráfico a seguir apresenta os resultados.

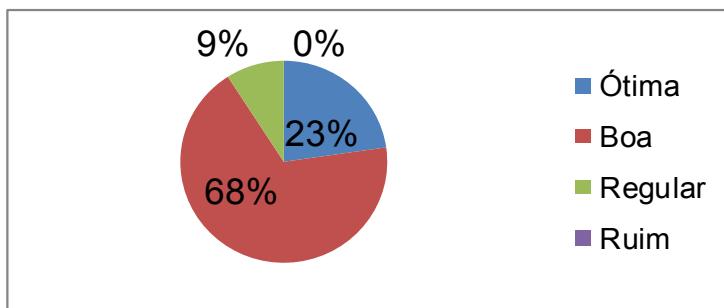


Gráfico 2: Avaliação das aulas da sequência didática segundo os educandos.

Fonte: dados da pesquisa.

Suponha-se que a avaliação positiva das aulas esteja associada principalmente a contextualização e a dinamização, com realização de experimentos, de atividades em grupo, de discussões e debate sobre uma temática que possibilita ao educando dialogar e opinar.

Buscou-se saber também como foi avaliado o estudo contextualizado de “conteúdos químicos”, tais como relacionados a biomoléculas e a funções orgânicas, mediante a temática “Consumo, Constituintes e Adulterações do Leite”. Os resultados podem ser verificados no gráfico a seguir:

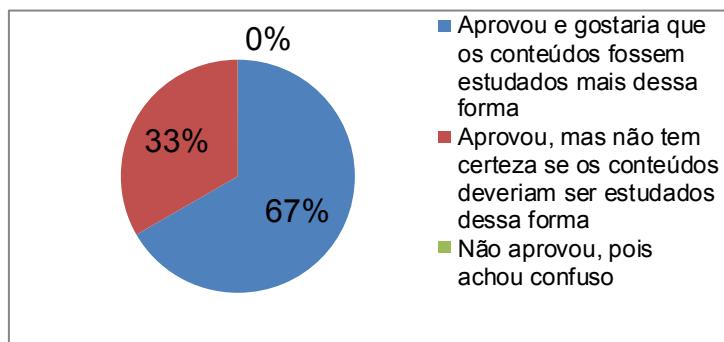


Gráfico 3: Avaliação da proposta do estudo de conteúdos químicos norteados pela temática “Consumo, Constituintes e Adulterações do Leite”.

Fonte: dados da pesquisa.

Os resultados apontam que os educandos aprovaram o ensino contextualizado de conteúdos químicos a partir da temática estudada, indo de encontro com a proposta do tema estruturador “8” “Química e Biosfera”, do PCN+ Brasil (2002).

Todavia, vale ressaltar que 33% dos educandos aprovaram, porém não deram certeza se os conteúdos deveriam ser estudados dessa forma. Isso pode estar associado a diversos fatores, tais como a acomodação gerada pelas aulas tradicionais, a singularidade de cada educando, a insegurança em relação à forma que se articulará a temática ao conteúdo, por recearem uma defasagem dos conteúdos, entre outros. Segundo Augusto e Caldeira (2007), o desinteresse por parte de muitos educandos em relação ao ensino contextualizado, interdisciplinar, associa-se ao receio de lidar com as mudanças geradas às práticas de ensino.

Uma das questões do questionário final buscou inferir se os educandos compreenderam os princípios de análises colorimétricas. Obtiveram-se os seguintes resultados:

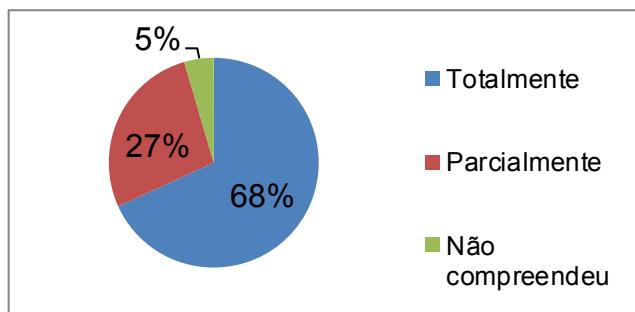


Gráfico 4: Compreensão dos princípios das análises com reações colorimétricas.

Fonte: dados da pesquisa.

Analizando os resultados, verifica-se que a maior parte dos discentes afirmou ter entendido os princípios de análises de fraude do leite empregando reações colorimétricas. Assim, ver-se que a sequência proporcionou a abordagem significativa dos experimentos que envolviam tais princípios, segundo os alunos.

Outra questão do questionário final buscou analisar se os educandos compreenderam as funções orgânicas e algumas de suas propriedades. Os resultados constam a seguir:

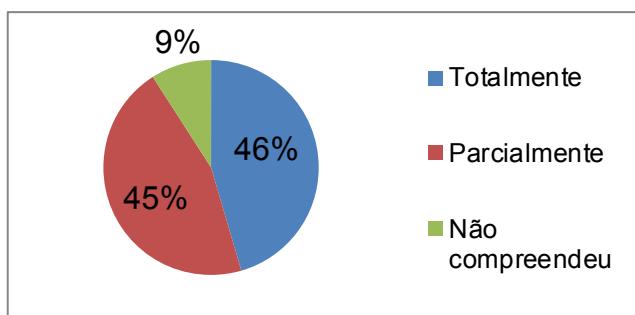


Gráfico 5: Compreensão de funções orgânicas e algumas propriedades (polaridade, ponto de fusão e ebulição, solubilidade).

Fonte: dados da pesquisa.

Analisando os resultados, verifica-se que parcela considerável dos educandos comprehendeu o conteúdo. Porém, se comparado aos demais conceitos e conteúdos abordados na sequência, o estudo das funções orgânicas foi o que os educandos mais tiveram “dificuldade”: 45% dos educandos afirmaram ter entendido parcialmente e 9% não entenderam. Suponha-se que isso esteja relacionado à maior “complexidade” desse conteúdo, sendo que foi a primeira vez que foi tratado sobre ele com os educandos.

#### 4.3 Reflexões a partir dos Diários de Aulas

A seguir serão abordadas algumas reflexões acerca da sequência a partir dos diários de aula, sobretudo relacionadas ao processo de ensino aprendizagem e efetivação da proposta da sequência no que diz respeito à abordagem significativa de conteúdos. Um dos pontos que possibilitaram discussões sobre a temática e o conteúdo foram os questionamentos direcionados à turma durante as aulas. Um desses momentos ocorreu na primeira aula da sequência, quando foi iniciada a abordagem do conteúdo “Vitaminas”:

*“Quando se iniciou o estudo sobre as vitaminas, levantaram-se questionamentos acerca do que entendiam por vitaminas, qual sua importância a alimentação, onde podem ser encontrados tais nutrientes, além de no leite. Desta forma, as respostas dos educandos proporcionaram momentos significativos, onde cada um pode contribuir com o conhecimento que tinha até o momento, tornando a aula mais dinâmica” Relato da Primeira Aula.*

Fomentar a participação dos educandos e partir dos seus entendimentos para a problematização dos conceitos foram momentos intrínsecos ao desenvolvimento da sequência e que se validaram na medida em que possibilitaram discussões, reflexões e, consequentemente, a (re)significação de tais conceitos. Desta forma, não se restringiu as discussões aos conhecimentos prévios dos alunos, mas sim se partiu deles para a construção de um entendimento “mais elaborado”, que vai além do “senso comum”.

*“Durante a aula, em especial nos questionamentos e discussões envolvendo os slides, creio que os educandos compreenderam que os conhecimentos químicos abordados estão relacionados com fenômenos observáveis no cotidiano. Exemplificando, como fruto de um questionamento de um aluno sobre o porquê das gorduras em sua maioria não se solubilizarem em água (...) os educandos puderam verificar através de discussões que esse fenômeno está associado à polaridade das moléculas. Na explicação foi visto que apesar de haver polaridade nas ligações da função ácido carboxílico do ácido graxo, a parte apolar prevalece sobre a parte polar em razão do tamanho da cadeia carbônica, fazendo com que o ácido graxo seja insolúvel em água (molécula altamente polar). Assim, uma dúvida “corriqueira” de um educando foi ponto de partida para a abordagem de conceitos químicos. Relato da Segunda Aula*

Uma das atividades propostas na sequência foi a realização de atividades em grupo. Tais atividades mostraram-se relevantes, possibilitando não somente “trocas” de experiências e conhecimento baseado na relação docente - discentes,

mas também entre os próprios discentes. Uma dessas atividades foi a pesquisa e socialização de uma reportagem jornalística envolvendo fraudes do leite.

*"Nas discussões sobre as reportagens a turma foi participativa. Os grupos comentaram as reportagens. Quando interrogados sobre pontos principais da reportagem (por exemplo, quais danos à saúde podem ocorrer caso consome-se leite com respectivo adulterante), geralmente os grupos sabiam responder. Desta forma, creio que a atividade em grupo foi oportuna, sendo que na maioria dos grupos todos os integrantes demonstraram ter lido a matéria e considerando que a realização de tal atividade de forma individual seria inviável pelo tempo e número de aluno".* **Relato da Quarta Aula**

Nos experimentos, realizados em grupos nas duas últimas aulas da sequência, os educandos também foram participativos. Todavia, fatores como o número excessivo de alunos no laboratório didático de química e o pouco tempo para a realização dos experimentos podem ter prejudicado a abordagem dos conceitos intrínsecos a esses processos.

*"Os grupos foram cooperativos, participativos e mostraram-se entusiasmados por estarem realizando tais testes. Todavia, fatores como o número excessivo de alunos e de grupos podem ter prejudicado de certa forma a aula. Por exemplo, na resposta de dúvidas pertinentes dos grupos, algumas vezes não conseguia atender de imediato".* **Relato da Sexta Aula**

Outro ponto, relacionando-se a um possível aprimoramento da sequência didática, diz respeito à quantidade de conteúdos abordados. Como já identificado na análise do questionário final, verifica-se quantidade excessiva de conteúdo para ser estudado em um curto período de tempo. Propõe-se aumentar o número de aulas da sequência, com inserção de atividades que possibilitem uma melhor problematização desses conteúdos, ou redução da quantidade de conteúdos.

*"Após as aulas, ver-se que é muito conteúdo para um curto período de tempo, em especial no que diz respeito às funções orgânicas. Alguns aspectos poderiam ser mais bem explorados caso se tivesse uma carga horária maior. Por exemplo, algumas reações explanadas através de slides poderiam ser mais bem explicadas, construídas passo a passo no quadro em conjunto com os alunos."* **Relato da Segunda Aula**

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na elaboração da sequência, os maiores desafios envolveram a articulação dos conteúdos com a temática, assim como a transposição didática de determinados conteúdos. A articulação dos componentes curriculares TCC e Estágio de Regência em Química possibilitaram a superação de tais desafios. Ao longo da avaliação da sequência pôde-se constatar que o planejamento de atividades de ensino na perspectiva das sequências didáticas contextualizadas possibilitou, de acordo com os próprios educandos, a abordagem significativa de uma temática que tem despertando relativa preocupação da sociedade – as fraudes do leite – e também de diversos conceitos químicos, tais como funções orgânicas, biomoléculas, entre

outros. A experimentação, tal como foi abordada na sequência, numa prática contextualizada, possibilitou a compreensão dos princípios de análises de testes colorimétricos.

Outra consideração que merece destaque relaciona-se aos “desafios” para se promover uma prática contextualizada, tal como a proposta por esse estudo: desafios para o educador, que requer tempo considerável para a preparação das aulas, do qual na maioria das vezes é privado levando em consideração a carga horária de trabalho; para a escola, que necessita fornecer estrutura e recursos para a efetivação de tal prática; e para os próprios educandos, que apesar de majoritariamente demonstrarem entusiasmo e aprovarem o ensino contextualizado, receiam em lidar com uma “nova” abordagem dos conteúdos. Promover a superação desses e outros desafios faz-se necessário para a consolidação de uma prática educativa significativa.

## REFERÊNCIAS

ALBA, J; SALGADO, D. M. S; PINO J. C. D. R. **Estudo de caso: uma proposta para abordagem de funções da Química Orgânica no Ensino Médio.** 2010. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/83627/000902016.pdf?sequ=1>> Acesso em: 30 mar. 2016

AUGUSTO, T. G. S; CALDEIRA, A. M. A. **Dificuldades para a implantação de práticas interdisciplinares em escolas estaduais, apontadas por professores da área de ciências da natureza.** São Paulo, 2007. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID165/v12\\_n1\\_a2007.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID165/v12_n1_a2007.pdf)> Acesso em: 28 out. 2015.

BATISTA, A. D; MOREIRA, M. L. L; SILVA, T. P; ALMEIDA, R. V. **Elaboração e Avaliação de uma Sequência Didática de Ensino para o Conteúdo de Eletroquímica.** Paraíba: 2013. Disponível em: <[http://www.editorarealize.com.br/revistas/eniduepb/trabalhos/Modalidade\\_6datadata\\_04\\_10\\_2013\\_18\\_39\\_47\\_idinscrito\\_220\\_4e29\\_ebe3a20bfe88c8ba2c18d302302a.pdf](http://www.editorarealize.com.br/revistas/eniduepb/trabalhos/Modalidade_6datadata_04_10_2013_18_39_47_idinscrito_220_4e29_ebe3a20bfe88c8ba2c18d302302a.pdf)> Acesso em: 9 jan. 2016.

BRASIL, Instrução Normativa 51, de 18 de setembro de 2002. Aprova os Regulamentos Técnicos de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, do Leite tipo B, do Leite tipo C, do Leite Pasteurizado e do Leite Cru Refrigerado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel. **Diário Oficial** [da União], Brasília, set. de 2002, Seção 1, Página 13.

BRASIL, Instrução Normativa 68, de 12 de dezembro de 2006. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos, para Controle de Leite e Produtos Lácteos, em conformidade com o anexo desta Instrução Normativa, determinando que sejam utilizados nos Laboratórios Nacionais Agropecuários. **Diário Oficial** [da União], Brasília, dez. de 2002, Seção 1, Página 8.

BRASIL. Ministério da Educação. **PCN+:** Orientações Educacionais Complementares a os Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. / Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC; SEMTEC, 2002.144p.

BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio.** V. 2. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília. MEC/SEB, 2006.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio:** Parte III – Ciência da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2000.

CHASSOT, ATTICO. **Catalisando transformações na educação.** Ijuí: Editora Unijuí, 1993.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MARANHÃO, M. E. **A Importância da Interdisciplinaridade e Contextualização**. 2009. Disponível em: <<http://www.webartigos.com/artigos/a-importancia-da-interdisciplinaridade-e-contextualizacao/13408/>> Acesso em: 28 mar. 2015.

PANCOTTO, A. P. **Análise das características físico-químicas e microbiológicas do leite produzido no Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Bento Gonçalves**. 2011. Disponível em: <[http://www.bento.ifrs.edu.br/site/midias/arquivos/2012428111416437tcc\\_-\\_ana\\_paula\\_pancotto.pdf](http://www.bento.ifrs.edu.br/site/midias/arquivos/2012428111416437tcc_-_ana_paula_pancotto.pdf)> Acesso: 10 jul. 2015.

PAZINATO, V. L. **Concepções de Contextualização na seção Relatos de Sala de Aula da Revista Química Nova na Escola**. São José, 2013. Disponível em: <[http://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/images/5/5f/TCC402-001\\_Viviane\\_Lopes\\_Pazinato.pdf](http://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/images/5/5f/TCC402-001_Viviane_Lopes_Pazinato.pdf)> Acesso em: 28 jun. 2015.

SGARBIERI, V. C. **Propriedades fisiológicas-funcionais das proteínas do soro de leite**. Rev. Nutr. [online]. 2004, vol.17, n.4, pp. 397-409. ISSN 1415-5273.

SILVA, M. V; DEA, R. C. D. **Conheça mais do leite que você toma**. 2009. Disponível em: <[http://www.esalq.usp.br/gesea/artigos\\_detalhes.php?recordID=NXXM](http://www.esalq.usp.br/gesea/artigos_detalhes.php?recordID=NXXM)> Acesso: 25 jul. 2015.

VALSECHI, O. A. **O leite e seus derivados**. São Paulo, 2001. Disponível em: <<http://www.cca.ufscar.br/~vico/O%20LEITE%20E%20SEUS%20DERIVADOS.pdp>> Acesso: 10 out. 2015

## ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL: ALTERNATIVAS PEDAGÓGICAS PARA UMA PRÁTICA INTERDISCIPLINAR

**Ronualdo Marques**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

ronualdo.marques@gmail.com

**Claudia Regina Xavier**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

cxavier.utfpr@gmail.com

**RESUMO:** O objetivo do trabalho foi despertar por meio do processo de Ensino e aprendizagem o interesse dos alunos pela interpretação e compreensão da composição nutricional e química dos alimentos, assim como da importância de uma alimentação saudável, associada à prática de atividades físicas. O estudo foi desenvolvido no Colégio Estadual do Paraná em Curitiba-Paraná, com uma turma de 1º ano do Ensino Médio, com um total de 35 alunos. A aplicação do trabalho teve início com a realização de um levantamento dos hábitos alimentares dos alunos bem como conceitos que refere à alimentação, posteriormente foram realizadas as pontes interdisciplinares com aulas expositivas, dialogadas e exploratórias com participação das disciplinas de Química, Biologia e Educação Física de forma contextualizada com um estudo sobre as funções dos componentes dos rótulos de alimentos comumente consumidos, suas composições e os diversos tipos de aditivos químicos utilizados nos produtos industrializados, sua função e

possíveis problemas provocados à saúde e ao meio ambiente, distúrbios alimentares e a importância das atividades físicas e os valores de referência de IMC – Índice de Massa Corporal. Observou-se a aplicação numa interação e inter-relação para a aprendizagem interdisciplinar gerando um pensamento crítico e reflexivo a cerca da Alimentação Saudável oportunizando o desenvolvimento do significado de hábitos alimentares saudáveis favorecendo o processo de ensino aprendizagem tendo a escola como espaço de grande influência na formação do estudante bem como a organização e sistematização do conhecimento científico.

**PALAVRAS-CHAVE:** Alimentação Saudável, Interdisciplinar, Ensino aprendizagem.

**ABSTRACT:** The objective of the work was to awaken through the teaching and learning process students' interest in the interpretation and understanding of the nutritional and chemical composition of foods, as well as the importance of a healthy diet, associated to the practice of physical activities. The study was developed at the State College of Paraná in Curitiba-Paraná, with a class of 1 year of high school, with a total of 35 students. The application of the work began with a survey of students' eating habits as well as concepts related to food, later the interdisciplinary bridges with expository, dialogic and exploratory classes with the participation of

Chemistry, Biology and Physical Education with the study of the functions of commonly used food label components, their compositions and the various types of chemical additives used in industrialized products, their function and possible health and environmental problems, eating disorders and the importance of physical activities and the reference values of BMI - Body Mass Index. It was observed the application in an interaction and interrelationship for the interdisciplinary learning generating a critical and reflexive thinking about Healthy Eating, facilitating the development of the meaning of healthy eating habits favoring the process of teaching learning, having the school as a space of great influence in the training of the student as well as the organization and systematization of scientific knowledge.

**KEYWORDS:** Healthy Eating, Interdisciplinary, Teaching learning.

## 1 | INTRODUÇÃO

A alimentação é uma necessidade básica, um direito humano e, simultaneamente, uma atividade cultural, permeada por crenças, tabus, distinções e cerimônias. Comer não representa apenas o fato de incorporar elementos nutritivos importantes para o nosso organismo, é antes de tudo um ato social e, como toda relação que se dá entre pessoas, traz convívio, diferenças e expressa o mundo da necessidade, da liberdade ou da dominação. Os padrões alimentares de um grupo sustentam a identidade coletiva, posição na hierarquia, na organização social, mas, também, determinados alimentos são centrais para a identidade individual (FISCHLER, 1988 & SUELI, 2001).

Segundo os PCN, ao educar para a saúde, de forma contextualizada e sistemática, o professor e a comunidade escolar contribuem de maneira decisiva na formação de cidadãos capazes de atuar em favor da melhoria dos níveis de saúde pessoais e da coletividade. No entanto, a escola, sozinha, não levará os alunos a adquirirem saúde. Pode e deve, entretanto, fornecer elementos que os capacitem para uma vida saudável (BRASIL, 1998). A alimentação saudável está estreitamente vinculada, portanto, à eficácia da sociedade em garantir a implantação de políticas públicas voltadas para a qualidade de vida e ao desenvolvimento da capacidade de analisar criticamente a realidade e promover a transformação positiva dos fatores determinantes da condição de saúde (BRASIL, 1998).

Conforme Santos (2008), “Os temas transversais, são vistos como temas sociais que transgridam as fronteiras epistemológicas de cada disciplina, possibilitando uma visão mais significativa do conhecimento e da vida.” A educação alimentar é tratada de forma bem ampla na Lei nº 11.947 de 2009, onde-se evidencia a alimentação como um tema transversal de conteúdo obrigatório, da qual destaco:

II - a inclusão da educação alimentar e nutricional no processo de ensino e aprendizagem, que perpassa pelo currículo escolar, abordando o tema alimentação e nutrição e o desenvolvimento de práticas saudáveis de vida, na perspectiva da segurança alimentar e nutricional (BRASIL, 2009).

Neste contexto, fica evidente a importância da utilização de práticas interdisciplinares dentro do contexto educacional a respeito da alimentação, considerando que a Educação alimentar é ensinada de forma fragmentada em algumas disciplinas quando o docente se propõe dentro do seu planejamento uma metodologia de ensino eficiente para a contextualização de conteúdos científicos com temas tão disseminados pela mídia. Nenhum conhecimento é absoluto e a interdisciplinaridade é um princípio constituinte da diferença e da criação. É uma alternativa para transpor as fronteiras do processo de ensino aprendizagem, sem perda de autonomia, de oportunidades de conhecer outras formas de ação, de superar idiossincrasias, de deixar de falar só com seus pares e de aprender a conviver.

O processo de ensino aprendizagem tem na figura do professor a função de se ajustar ao estudante em cada momento da aprendizagem. Assim, entende-se a aprendizagem como “um processo de construção de significados e atribuição de sentido” e o ensino como a “ajuda necessária para que esse processo se realize na direção desejada” (SCHEERENS, 2004). Em face de tal constatação poderá então afirmar-se que um ensino de qualidade e eficaz, é aquele que é contextualizado e ajustado aos alunos durante o processo de aprendizagem. A função do professor é, portanto, facilitar a atividade mental dos alunos que lhes permita construir novos conhecimentos a partir da reconstrução e da reorganização dos que já possuem. Na defesa desta afirmação Marchesi & Martín (2003) contribuem ao afirmar:

Se a ajuda oferecida não se conecta de alguma forma com os esquemas de conhecimento do aluno, se não é capaz de mobilizá-lo e ativá-lo e, ao mesmo tempo, forçar a sua reestruturação, não estará a cumprir efetivamente a sua missão. Assim, a condição básica para que a ajuda educativa seja eficaz e possa atuar como tal é que essa ajuda se ajuste à situação e às características que apresente, em cada momento, a atividade mental construtiva do aluno (MARCHESI & MARTÍN, 2003, p. 243).

As decisões práticas do ato de ensinar devem estar submetidas aos objetivos educacionais, previamente estabelecidos. São eles que fornecem critérios para a seleção, organização e abordagem coerente dos conteúdos programáticos e para a escolha das atividades pedagógicas correspondentes, com suas respectivas técnicas de ensino e recursos didáticos necessários (AMARAL, 2006). Além do mais, dentre as discussões da contextualização na sala de aula, surgem várias problemáticas na interação do tema alimentação. Essas problemáticas se referem à abordagem descontextualizada, desvalorizando a importância dos conteúdos no contexto escolar. Então, sabendo a relevância das temáticas para o desenvolvimento de novas práticas alimentares e manutenção da saúde, cabe ao professor fazer a inserção de conteúdos voltados a essas temáticas.

## 2 | METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido no Colégio Estadual do Paraná em Curitiba-Paraná,

com uma turma de 1º ano do Ensino Médio, com um total de 35 alunos.

Para a realização desta pesquisa, utilizamos o estudo de caso com abordagem qualitativa na aplicação de um projeto interdisciplinar. O estudo de caso segundo Antônio Chizzotti (1991) é caracterizado por designar diversas pesquisas que coletam e registram dados de um caso particular ou de vários a fim de organizar um relatório ordenado e crítico de uma experiência propondo uma ação transformadora. Esta concepção de estudo de caso é corroborada por Triviños (1987):

Estudo de Caso é uma categoria de pesquisa cujo objeto é uma unidade que se analisa profundamente. Pode ser caracterizado como um estudo de uma entidade bem definida, como um programa, uma instituição, um sistema educativo, uma pessoa ou unidade social. Visa conhecer o seu “como” e os seus “porquês”, evidenciando a sua unidade e identidade própria. É uma investigação que se assume como particularística, debruçando-se sobre uma situação específica, procurando descobrir o que há nela de mais essencial e característico (TRIVIÑOS, 1987, p. 110).

Ou seja, é um estudo em que o pesquisador tem acesso às informações, registros necessários para realizar uma investigação ou intervenção para obter e alcançar um resultado. O estudo de caso possibilita ao pesquisador explorar e buscar em determinado estudo o que se pretende analisar, fazendo com que a pesquisa se concretize e tenha significado e resultados ao pesquisador. Os estudos de caso podem e devem ter uma orientação teórica. Que sirva de suporte à formulação das respectivas questões e instrumentos de recolhimento de dados e guia na análise dos resultados. A teoria é necessária para orientar a investigação (TRIVIÑOS, 1987 p. 89).

Como princípio norteador foi realizado um questionário inicial sobre Alimentação para se conhecer o perfil de hábitos alimentares dos estudantes. Foi solicitado aos alunos que pesquisassem sobre os principais alimentos que ingerem no dia a dia, a frequência e os locais de alimentação, ocorrência de distúrbios alimentares, importância das atividades físicas e os valores de referência de IMC – Índice de Massa Corporal.

Em seguida na disciplina de Química foi feita a primeira ponte interdisciplinar, com aulas expositivas e dialogadas sobre os processos de industrialização, conservação dos alimentos através dos aditivos químicos e a influência da biotecnologia acerca melhoramento genético dos alimentos.

Em paralelo, foi feita a segunda ponte interdisciplinar, com aulas expositivas, dialogadas de forma contextualizada na disciplina de Biologia sobre os componentes químicos celulares e suas funções no organismo (Água, Sais minerais, Vitaminas, Proteínas, Carboidratos, Lipídios).

Paralelamente nas aulas de Educação Física foi discutida a importância dos exercícios físicos associado a uma Alimentação Saudável para a promoção da saúde. Além de medições de peso, altura dos participantes e o Cálculo de Índice de Massa Corporal.

Posteriormente, o entendimento da compreensão da importância da Alimentação no metabolismo e fisiologia dos seres vivos foi proposto que esse conhecimento alcançasse um maior número de pessoas.

Os alunos se dividiram em 6 grupos e confeccionaram um portfolio com rótulos de alimentos destacando a função de cada nutriente para o organismo e produziram cartazes sobre os diversos conceitos adquiridos para uma exposição sobre Alimentação para os demais alunos da escola.

Para verificar a eficácia de aplicação do projeto interdisciplinar sobre Alimentação Saudável, foram realizadas rodas de conversa para avaliar de forma exploratória os conceitos aprendidos pelos grupos, e a participação na exposição dos trabalhos para os demais estudantes do Colégio Estadual do Paraná.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e análises foram realizados com base em percentuais estatísticos do questionário aplicado para se conhecer o perfil dos hábitos alimentares dos educandos e questionamentos e da relação dialética gerada a partir das rodas de conversa de discussão sobre a alimentação saudável, os processos de industrialização dos alimentos e atividade física associada à alimentação.

Com um questionário diagnóstico abordamos o perfil de hábitos alimentares, da qual se destaca que o perfil de alimentação, o número de refeições diárias é bem semelhante variando em alguns resultados, mas destaca-se que os alunos pertencem ao mesmo grupo social, cultural e econômico, identificou-se primeiramente o número de refeições diárias realizadas pelos alunos para se obter um panorama da vida cotidiana agitada dos mesmos com relação a alimentação diária, como observa-se na Figura 1.

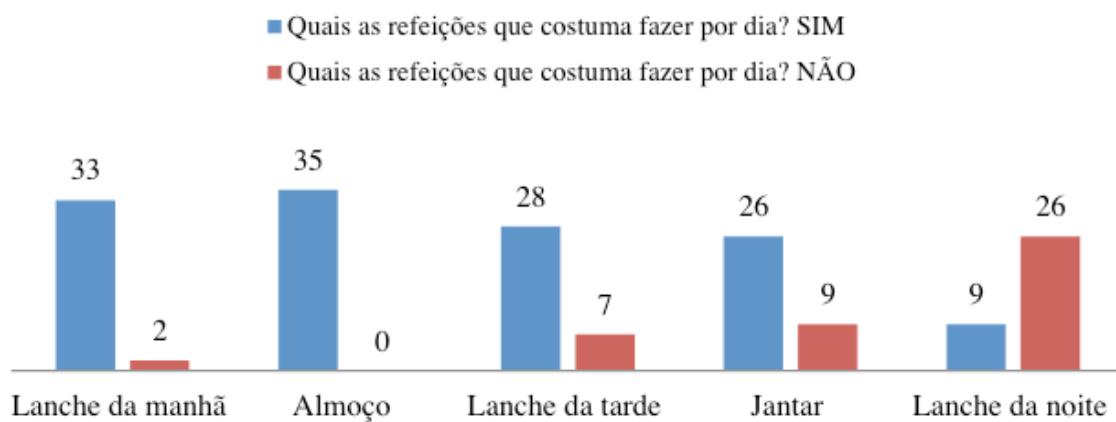


Figura 1 - Frequência de refeições diárias

Fonte: Autores.

É perceptível por meio destes resultados, nos quais 33 estudantes afirmam que realizam a primeira refeição do dia o café da manhã da qual Brasil (2006) afirma que o café da manhã é apontado como uma das três principais refeições do dia, além disso, Philippi (2008) afirma que a recomendação brasileira é que ele garanta em média 25% do total energético consumido durante o dia.

O consumo frequente e adequado do café da manhã pode melhorar o poder de saciedade do comensal e, assim, reduzir a quantidade calórica total ingerida durante o dia; em especial, pode limitar o consumo de lanches calóricos por crianças e adolescentes ao longo da jornada. O consumo adequado do café da manhã parece também auxiliar no controle de peso; comparada aos lanches, a refeição matinal proporciona uma maior ingestão de vitaminas e minerais e menor ingestão de gorduras e colesterol. Outra relação importante pode ser feita entre o consumo de café da manhã e a melhoria no rendimento escolar de estudantes. Estudos apontaram efeitos positivos no desempenho cognitivo acadêmico, na atenção e na memória para atividades escolares, e na frequência escolar de crianças e adolescentes (UTTER, 2007).

Em relação ao almoço obtemos que 100% dos estudantes realizam a refeição do almoço sendo a segunda refeição mais importante do dia da qual a composição deste está descrita também na Figura 2, segundo os alunos durante as rodas de conversa na aplicação do projeto, eles afirmam que “dificilmente almoçam em casa devido ao horário e outros compromissos que realizam no seu dia a dia, realizando o almoço na escola ou em restaurantes”. É uma realidade com o alunado por se tratar de jovens, na qual Medeiros (2007) contribui ainda ao dizer que esta prática é comum em todas as classes socioeconômicas e facilmente evidenciada, pois, vivemos em uma sociedade onde os pais por trabalharem demais, têm pouco ou nenhum tempo para supervisionar o preparo da alimentação e as refeições de seus filhos. A alimentação dos adolescentes pode ser influenciada de forma social, relacionada aos grupos que frequentam, ou lanches, ou ainda, eles podem pular refeições ou ainda ingerir em grande quantidade. Tudo isso, devido ao fato de que muitos ficam sozinhos a maior parte do dia, assim tendem a mudar de uma alimentação balanceada, para outra, onde a maioria dos componentes pode causar danos à saúde (GAMBARDELLA, FRUTUOSO e FRANCH, 1999)

Foi analisado em um estudo realizado por Abdala (2007) com famílias que têm o hábito de almoçar fora de casa diariamente: “[...] a adoção do peso em restaurantes e sua grande aceitação parecem configurar uma cultura culinária local, exprimindo um conjunto de preferências que manifesta peculiaridades culturais nacionais, [...] pela escolha do arroz, feijão, carne e salada tradicionais, em vez do sanduíche...”. A mesma composição é apontada pelo Guia Alimentar brasileiro e também é encontrado como a preferência dos estudantes na Figura 2. Para a População Brasileira preparações com feijão e arroz estão presentes na maioria dos almoços, o que demonstra a “realidade” da alimentação dos brasileiros (BRASIL, 2014).

A refeição que todos afirmam realizar em casa, ou seja, em família é o jantar que compreende 26 dos participantes ou o lanche da noite que compreende outros 9 estudantes que afirma que não jantam só realizam um lanche antes de dormir. O adolescente que tem o hábito de se alimentar em família apresenta maiores chances para consumir alimentos mais saudáveis do que os adolescentes que comem por conta própria (NEUMARK-SZTAINER *et al.*, 1998; MUÑOZ *et al.*, 1997).

As práticas alimentares de crianças e adolescentes são influenciadas pelo acesso a alimentos saudáveis em casa e por ter os pais como modelos para alimentação equilibrada realizando refeições em família (EISENBERG *et al.*, 2004; ROSENKRANZ e DZEWALTOWSKI, 2008). As refeições realizadas em família de maneira constante e frequente, além de influenciar nas escolhas alimentares também sociabilizam os jovens e os ensinam sobre comunicação, estilos de vida, nutrição e bons hábitos alimentares (NEUMARK-SZTAINER *et al.*, 2000; GILLMAN *et al.*, 2000; FULKERSON *et al.*, 2008). As relações sociais se desenvolvem enquanto as refeições se realizam com outras pessoas, construindo um senso de comunhão e identificação (SOBAL & NELSON, 2003).

Para garantir uma alimentação de qualidade foi decretada a Lei nº 14.423, de 02/06/2004, no Estado do Paraná, aos estabelecimentos educacionais públicos e privados que “deverão obedecer a padrões de qualidade nutricional e de vida indispensáveis à saúde dos alunos” (DIÁRIO OFICIAL). Considerando que a alimentação escolar é um direito de todo o estudante, garantido pela Constituição Federal de 1988, é indispensável que esse momento seja proporcionado a ela de forma saudável, além disso, os estudantes passam grande parte do dia na escola cumprindo os estudos e alguns no contra turno em outras atividades como esporte, dança, artes, etc.

Acredita-se que os hábitos alimentares podem variar dependendo do que a escola forneça como cardápio diário à criança. A escola deve oferecer alimentos, que possibilite aos alunos de ensino fundamental e médio conhecer as noções básicas sobre o assunto, tornando-se uma atitude positiva na efetivação de hábitos alimentares saudáveis. Sendo que, segundo Mezomo (2002), afirma que a introdução de hábitos alimentares corretos, através da criança na idade escolar, é o melhor método de se atingir esse objetivo, pois, dessa maneira está se preparando uma geração com os conhecimentos básicos sobre nutrição e são influenciados pelos hábitos do grupo que estão inseridos. Os professores também precisam ser instruídos para que transmitam corretamente os conhecimentos às crianças (MEZOMO, 2002, p. 16).

Na figura 2 a seguir são apresentadas as composições dos alimentos consumidos pelos participantes da pesquisa e sua frequência.

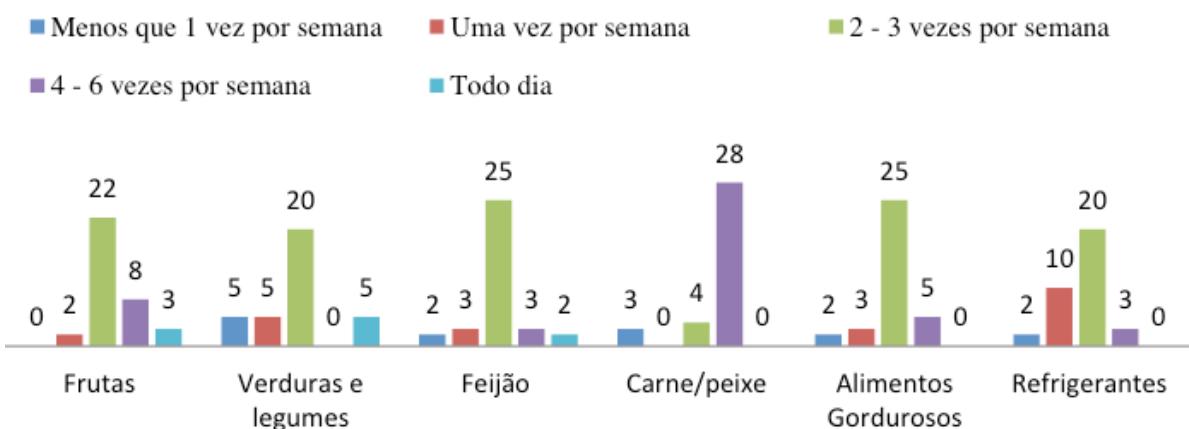


Figura 2 - Frequência de consumo de alimentos

Fonte: Autores.

Ao analisar o perfil de hábitos alimentares dos alunos observa-se uma homogeneidade na alimentação dos mesmos, considerando que os alunos residem em bairros mais afastados da região central de Curitiba e Região Metropolitana de Curitiba, e com perfis socioeconômicos semelhantes. A alimentação é um processo amplo que contempla a seleção dos alimentos, seu preparo e ingestão, envolve o “onde”, o “como”, o “que” e o “com quem” comemos (CARDÚS & VEGA, 2006). Esta definição pode nos remeter às preferências alimentares dos sujeitos, além de refletir fatores políticos, econômicos, sociais, culturais e científicos que influenciam a tomada de decisão acerca da seleção dos alimentos.

O tema dos hábitos alimentares, influenciado pelos gostos e vontades, demonstra que o que se come e como se come são elementos fortemente incorporados na construção da identidade cultural dos povos, constituindo uma das mais fortes barreiras de resistência às mudanças. De certa forma, os alimentos representam a ligação mais primitiva entre natureza e cultura, fazendo parte da raiz que liga um povo, uma comunidade ou um grupo à sua terra e à “alma” de sua história (FISCHLER, 1988).

Segundo análise de Popkin (2001) os hábitos alimentares das pessoas vão se modificando de acordo com processo histórico semelhante nas várias regiões do mundo, relacionadas com os desenvolvimentos econômicos, culturais e demográficos de cada região. Estes são influenciados pelo processo histórico e pode-se afirmar que o consumo de alimentos, no Brasil, vem se modificando desde a Revolução Industrial e depois com a Revolução tecnológica. Parte da população urbana do sul-sudeste já está na fase de buscar mudanças comportamentais (menos gorduras, principalmente animal, aumento de Carboidratos complexos, frutas e verduras; visando uma melhor qualidade de vida) enquanto aqueles que experimentam um aumento do valor de seu dinheiro estão na fase da revolução tecnológica (aumento do consumo de gorduras, de alimentos processados e de açúcares refinados; redundando em aumento da obesidade, doenças cardiovasculares e crônico-

degenerativas). Com relação à influência da globalização alimentar nas mudanças se aponta pela abrangência e incorporação do hábito da alimentação rápida (fast-foods), principalmente nas cidades e nos adolescentes, onde frequentar uma lanchonete não é só uma necessidade senão algo habitual no lazer de um grupo de amigos (LERNER, 2000).

A sociedade contemporânea tem um forte apelo ao sedentarismo e também alteração nos hábitos alimentares, onde se observa a preferência das famílias por refeições rápidas, indicando a necessidade de conscientização para alimentação saudável. As modificações de hábitos e preferências alimentares introduzidas na infância podem tornar-se permanentes (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2005).

Os hábitos alimentares influenciam diretamente o estado nutricional do indivíduo, e levam à desvios nutricionais (FISBERG *et al.*, 2000) como a substituição das principais refeições por lanches com alta densidade calórica e reduzido valor nutricional; alto consumo de refrigerantes, alimentos salgados, doces, ricos em gorduras saturadas e colesterol e baixo consumo de frutas e hortaliças. Assim, as refeições acabam ficando condicionadas aos alimentos de baixo valor nutricional e grandes excessos calóricos (MAESTÁ, 2002; BRASIL, 1998).

Por se tratar de uma cidade de clima frio, está implícito que os estudantes não têm hábitos de hidratação com água como principal fonte. A escola desempenha com função muito importante na construção de hábitos alimentares saudáveis, implica também no incentivo às crianças a se hidratarem através da ingestão de líquidos que beneficiem o processo alimentar. Segundo Mahan & Stump (2002) a água é um componente essencial de todos os tecidos corpóreos. Como um solvente, ela torna muitos solutos disponíveis para a função celular e é um meio necessário para todas as reações [...] A água é essencial para os processos fisiológicos de digestão, absorção e excreção. Ela desempenha um papel-chave na estrutura e função do sistema circulatório e atua como um meio de transporte para os nutrientes e todas as substâncias corpóreas (MAHAN & STUMP, 2002, p. 147).

Por ter uma participação tão ativa na vida dos alunos e por alcançar grande parte da população, por meio das diversas pontes interdisciplinares que enfatizam temas transversais como alimentações ao cotidiano dos estudantes à escola são atribuídas diversas funções sociais, inclusive a de alimentar e educar para uma vida saudável. É necessário que os hábitos alimentares bem como a compreensão da composição química dos alimentos por meio dos rótulos, sejam temas cada vez mais discutidos no contexto escolar.

Lourenço (2007, p. 22) afirma que: A escola tem uma influência cada vez mais abrangente na alimentação dos seus alunos, uma vez que o período onde a criança passa muitas vezes é maior que o tempo que passa em casa. É através da escola que é possível desenvolver projetos voltados à educação alimentar, embora o tema da alimentação/nutrição esteja integrado juntamente aos currículos escolares, ele

não tem sido devidamente tratado por boa parte das escolas brasileiras.

Na Figura 3 são apresentados hábitos dos estudantes quanto à leitura dos rótulos dos alimentos.

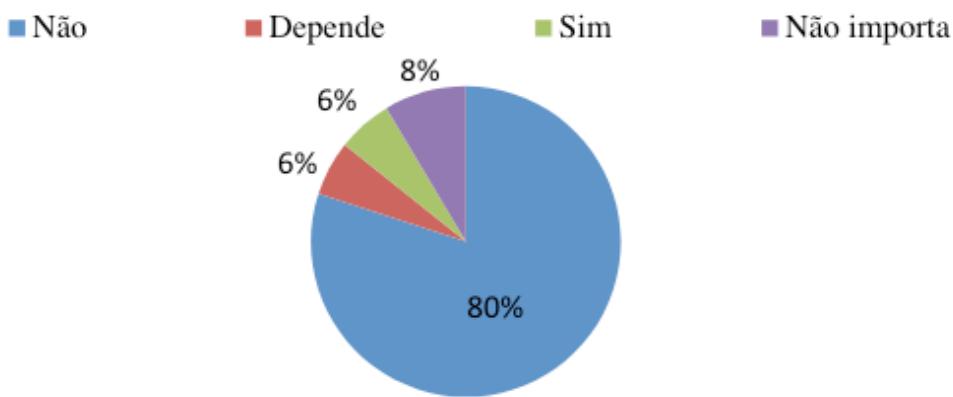


Figura - 3 Leitura dos Rótulos dos Alimentos

Fonte: Autores.

Observa-se na Figura 3 que 80% dos educandos não olham as propriedades dos alimentos ao comer, desde os industrializados que é consumida no dia a dia fora de casa, e também daqueles que ingerem em seus lares. Observa-se que 6% diz que depende no sentido que às vezes observa a presença de “Cálcio, sódio, carboidratos, vitaminas etc.”, 6% disseram que não importa, pois não tem nenhum problema com intolerância ou problemas digestivos de acordo com os alimentos que comem.

Ao tratar de elementos nutricionais compreendendo estes comum todo Ochsenhofer *et al.*( 2006) afirma que a escola desempenha papel fundamental na formação dos hábitos de vida dos estudantes e é responsável pelo conteúdo educativo global, inclusive da percepção e leitura do ponto de vista nutricional dos alimentos. França *et al.* (2006) corrobora nesse sentido está importância devido a autonomia dos adolescentes nas suas escolhas alimentares, mostra que eles preferem alimentos com maior valor calórico, ricos em gorduras e carboidrato e deficientes em vitaminas, minerais e fibras.

O papel da educação alimentar e nutricional está vinculado à produção e assimilação de informações que sirvam de subsídios para auxiliar a tomada de decisões dos indivíduos (SANTOS, 2005). Destacando o papel da educação nestas estratégias, os autores afirmam que ela consiste em tornar mais acessível e simples a mudança voluntária de conduta de todos os envolvidos. Segundo os autores A educação alimentar e nutricional pretende que se adotem comportamentos que melhorem a saúde através de uma série de experiências complementares de aprendizagem, modificando estes comportamentos e os determinantes que atuam sobre eles (ALVAREZ *et al*, 2008, p. 140).

As consequências da alimentação inadequada nesta idade podem caracterizar uma diminuição no aproveitamento do aluno, bem como o entendimento das alergias e intolerância alimentares ou outros distúrbios alimentares que acarretam pelo desconhecimento de sua origem.

Um indivíduo que tem conhecimento do que consome na sua alimentação e pode fazer escolhas que sejam mais conscientes, certamente será alguém mais saudável. Nesse sentido, existe uma relação muito estreita entre educação e saúde, sendo que os programas de educação em saúde direcionados para jovens são, em geral, realizados dentro das escolas. Embora educar para a saúde seja responsabilidade de diferentes segmentos, a escola é instituição privilegiada, que pode se transformar num espaço genuíno de promoção da saúde (BRASIL, 1998b).

Na Figura 4 se apresenta dados da ocorrência de Intolerância alimentar nos estudantes.

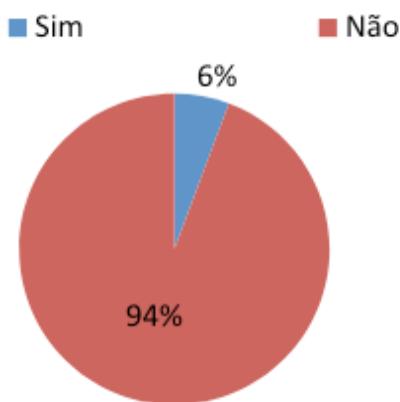


Figura 4 – Presença de Intolerância Alimentar

Fonte: Autores.

Temos que 6% dos estudantes como observado na Figura 3 disseram olhar os rótulos dos alimentos, devido à presença de reações ou intolerância alimentar na qual é demonstrado na Figura 4 onde 6% dos estudantes tiveram reações alérgicas que culminou com a intolerância alimentar a lactose ou ao glúten.

A rotulagem é considerada um elemento fundamental para a saúde pública, pois identifica a origem, as características nutricionais e as composições dos produtos, os meios pelos quais o consumidor é orientado sobre a qualidade e a quantidade de nutrientes da composição do alimento, o que propicia ao consumidor escolhas mais apropriadas, sendo indispensável à fidedignidade das informações apresentadas nos rótulos dos produtos (MARTINEZ & PAULA, 2011).

Nesse cenário, a escola deve assumir um papel de destaque como veiculadora de informações de uma educação alimentar saudável e, por meio de uma linguagem dialógica com os alunos, propiciar uma real interpretação das informações químicas impressas nas embalagens dos alimentos, assim como uma análise crítica dos

produtos que são oferecidos. Isso porque é preciso considerar que em certos casos as indústrias, no seu intuito mercadológico, podem promover uma série de falhas de informações que possibilitam confundir e prejudicar os consumidores.

Com isso, os conhecimentos adquiridos e os discutidos criticamente em sala de aula transformam-se em valiosas ferramentas de escolhas saudáveis dos alimentos, pois, assim, [...] realça-se que a finalidade da educação em ciência para todos os cidadãos deve garantir a preparação destes para desfrutarem dos benefícios proporcionados pela ciência, para participarem na tomada de decisões (responsável e democraticamente) e na resolução de problemas (pessoais e sociais, locais e globais) que envolvam a ciência e tecnologia (MARTINS & PAIXÃO, 2011).

O pensar na Alimentação com todo o processo de industrialização com o desenvolvimento de técnicas e adição de aditivos químicos para a conservação dos alimentos, a presença de reações alérgicas a alimentação se torna algo mais evidente nos dias atuais. Como mostra a Figura 4 temos 6% dos educandos que declaram ter intolerância alimentar a lactose e ao glúten desde a infância. A incapacidade de digerir a lactose é o resultado da deficiência ou ausência da enzima intestinal chamada lactase que possibilita decompor o açúcar do leite em carboidratos mais simples, para a sua melhor absorção. Este problema ocorre com 25% dos brasileiros. A fala dos alunos sobre a intolerância alimentar traz a mesma concepção de Toche (2004) que afirma:

Devido ao desenvolvimento tecnológico e as mudanças nos hábitos alimentares, tem aumentando a exposição da população a uma grande variedade de aditivos e contaminantes, principalmente nos alimentos processados, e isso vem criando um microambiente no intestino que favorece o desenvolvimento das reações adversas (TOCHE, 2004).

Uma pessoa consome durante toda a sua vida cerca de 2-3 toneladas de diferentes alimentos. O sistema digestório os processa e os converte em material útil para o crescimento e manutenção das células do organismo (SANZ, 2001). Em condições normais, a reação alérgica a alimentos é evitada, pois o trato gastrointestinal e o sistema imunológico fornecem uma barreira que impede a absorção da maioria dos抗ígenos (MOREIRA, 2006). Considerando ainda a quantidade de alimentos que o sistema gastrointestinal de um indivíduo recebe durante a vida, não é surpreendente, sob certas circunstâncias, que este material estranho possa produzir uma reação adversa e/ou servir como veículo para agentes nocivos (MARTINS & GALEAZZI, 1996).

Os aditivos em alimentos podem servir para muitos propósitos, desde o de realçar a cor e o sabor dos alimentos até o de atuar como complemento nutricional e como agente antimicrobiano, porém é muito importante a leitura dos rótulos dos alimentos para identificar as substâncias e composição, evitando o consumo inadvertido da substância em causa. Percebe-se que um fator agravante nas condições de saúde dos jovens provém da herança genética, ela pode ser herdada

dos hábitos que as famílias desenvolvem, mas também podem ser inevitáveis por condições de genes. Não é apenas a obesidade que se evidencia por herança, também podem ser herdados o diabetes mellitus, a propensão ao desenvolvimento de colesterol elevado, doenças dos olhos, alergias alimentares e outras (SMELTZER e BARE, 2005).

Na Tabela 1 são espelhados o IMC - Índice de Massa Corporal dos alunos participantes, para fazer uma reflexão sobre fatores que influenciam diretamente no metabolismo e outros fatores como atividade física que podem auxiliar o bom funcionamento do nosso organismo.

IMC	Indicadores	alunos %
Abaixo de 17	Muito abaixo do peso	0
Entre 17 e 18,49	Abaixo do peso	3
Entre 18,5 e 24,99	Peso normal	88
Entre 25 e 29,99	Acima do peso	6
Entre 30 e 34,99	Obesidade I	3
Entre 35 e 39,99	Obesidade II (severa)	0
Acima de 40	Obesidade III (mórbida)	0

Tabela 1 - Índice de Massa Corpórea dos estudantes

Fonte: Autores.

Analizando o Índice da Massa Corpórea dos 35 alunos, percebem-se que 3% dos alunos estão abaixo do peso o que indica que é necessária orientação nutricional, 88% tem peso normal, 3% se encontram acima do peso e 3% com obesidade nível I que depende de uma orientação nutricional. Os resultados demonstram que os jovens possuem em média peso normal, porém já se observam indício de obesidade, o qual é preciso se pensar, pois mesmo estes alunos estando em fase de muitas atividades, as mudanças no desenvolvimento do corpo, metabolismo vão modificando na fase da adolescência para a fase adulta. Os achados deste estudo corroboram com os estudos de base populacional representativos da população brasileira, que indicam pouca desnutrição e sinaliza para o aumento de sobrepeso em crianças e adolescentes (ANJOS *et al.*, 2003)

Tendo em vista que a obesidade é considerada uma ameaça à saúde, o seu aumento não é uma característica exclusiva dos países industrializados, países em desenvolvimento também possuem o mesmo problema. Por este motivo a Bouchard (2003) enfatiza que o cuidado com a Alimentação deveria estar entre as mais altas prioridades de saúde pública e certamente incluir o estímulo a modos de vida mais saudáveis, em todos os grupos etários, incluindo as crianças e adolescentes.

Segundo estudos dois fatores primordiais causadores da obesidade: a alimentação inadequada e a falta de atividades físicas. De acordo com Amaral & Pimenta (2001, p. 20):

(...), parece mais aceito que a ausência de atividade física e a dieta inadequada estão fortemente associadas à obesidade, já que energia ingerida (consumo alimentar) e não gasta, normalmente implica acúmulo de energia, sob a forma de gordura, traduzindo a obesidade. No caso das crianças, o mundo atual tem oferecido uma série de opções que facilitariam esse resultado: alimentos industrializados, *fast-foods*, televisões, videogames, computadores, entre outros, podem constituir um ambiente bastante favorável ao aumento da prevalência da obesidade (AMARAL & PIMENTA, 2001, p. 20).

Na Figura 5 são apresentadas as frequências de atividades físicas realizadas semanalmente pelos participantes.

■ Todos os dias ■ Duas vezes ou mais ■ Não prático nenhuma atividade física ■ Somente na escola

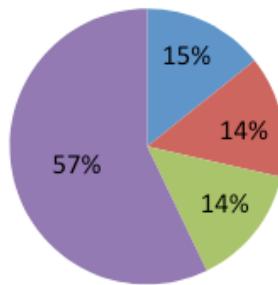


Figura 5 – Prática de Atividades Físicas

Fonte: Autores

Ao fazermos uma reflexão sobre Alimentação Saudável associada aos exercícios físicos, temos 57% dos alunos só praticam atividade física na escola e 14% de alunos não praticam nenhuma atividade física, o que requer pensar que ao término do período escolar, temos 71% de alunos sem realizar nenhuma atividade física, estando estes ainda em fase de desenvolvimento, onde metabolismo é mais acelerado do que em adultos.

Segundo Biazi (2002, p. 48) “Todo dia, deveríamos dedicar períodos para exercícios. A constância e a regularidade são muito importantes, se quisermos que o corpo se beneficie”. A atividade física na infância e adolescência tem efeitos benéficos sobre o controle dos fatores de risco cardiovascular como a obesidade, a dislipidemia, a diabetes mellitus, o tabagismo e a hipertensão arterial sistêmica, bem como sobre a capacidade funcional aeróbica, a prevenção da osteoporose e a saúde psicológica dos seus praticantes (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2005).

Matsudo *et al.*, (2002) utiliza a recomendação do Centro de Controle de Doenças (Center for Disease Control, CDC) que orienta que “todo o indivíduo deve acumular ao menos 30 minutos de atividade física, na maioria dos dias da semana, em intensidade moderada, de forma contínua ou acumulada”, já a Sociedade Brasileira de Cardiologia (2005) preconiza que, preferencialmente a criança deve realizar cerca de 60 minutos diários de atividade física moderada. A recomendação de pelo

menos 30 minutos diários na maioria dos dias da semana amplia a oportunidade dos indivíduos previamente sedentários serem ativos e obterem benefícios para a saúde, proporcionando um gasto calórico de, aproximadamente, 1000 kcal por semana, permitindo o enquadramento na porção ótima da curva dose-resposta, com benefícios à saúde (FOSS & KETEYAN, 2000).

A inatividade física é um fator crucial no acúmulo excessivo de gordura corporal (McARDLE *et al.*, 2003). O aumento das diversões tecnológicas, passivas, e a diminuição da prática de exercícios físicos, contribuem para o estilo de vida sedentário e diminuição do gasto energético (JOSUÉ; ROCHA, 2002). Estudos evidenciam uma relação inversa entre o nível de atividade física, a mortalidade e também a quantidade de gordura corporal. A inatividade física e a obesidade são consideradas, isoladamente, fatores de alto risco para doenças cardiovasculares (McARDLE *et al.*, 2003; PAFFENBARGER *et al.*, 1998; BRASIL, 1998). A prática regular de atividade física é um hábito saudável no controle e tratamento da obesidade em crianças e adolescentes (BRACCO *et al.*, 2002).

O diálogo promovido pelas rodas de conversa na aplicação do projeto interdisciplinar favorece o espaço de formação, de troca de experiências, de confraternização, de desabafo, muda caminhos, forja opiniões, razão por que a Roda de Conversa surge como uma forma de reviver o prazer da troca e de produzir dados ricos em conteúdo e significado para a pesquisa na área de educação bem como nas correlações sobre a Alimentação Saudável.

No contexto da Roda de Conversa, o diálogo é um momento singular de partilha, uma vez que pressupõe um exercício de escuta e fala. As colocações de cada participante são construídas a partir da interação com o outro, sejam para complementar, discordar, sejam para concordar com a fala imediatamente anterior. Conversar, nesta acepção, remete à compreensão de mais profundidade, de mais reflexão, assim como de ponderação, no sentido de melhor percepção, de franco compartilhamento. Fica notável quando um elemento não aparece no discurso do aluno, os colegas complementam permitindo que o aprendizado não seja apenas linear, mas um ensino dinâmico e interativo na formação integral do aluno (ZABALA, 1998, p. 199).

Ao encerrar as conexões estabelecidas entre as disciplinas envolvidas com a realização de rodas de conversa, observa-se que alunos fazem contribuições, reforçando aspectos importantes que antes desconheciam e agora ao compreender esses aspectos importantes que precisam apenas atitudes simples mostram a importância da Alimentação Saudável e ao aprenderem fortalecem essa ação para o contexto escolar.

As ações educativas de alimentação não devem limitar-se a brindar informação ou à elevação dos conhecimentos sobre alimentação e nutrição senão à adoção de atitudes e práticas alimentares adequadas. É necessário que a população consumidora tenha a informação necessária e verdadeira para sentar as bases de

uma cultura alimentaria que lhe permita selecionar, preparar e consumir os alimentos disponíveis de acordo a seus requerimentos nutricionais e com consciência de sua relação com a saúde, proporcionando lhe satisfação e prazer.

A roda de conversa como um dos instrumentos de trabalho na aplicação do projeto interdisciplinar não foi escolhido sem antes nos depararmos com a necessidade de propiciar à nossa pesquisa um caráter de científicidade, o que implica caracterizá-la como de natureza qualitativa e determinar sua posição como abordagem legítima da busca do conhecimento científico, posto que esse tipo de pesquisa “[...] é um meio para explorar e para entender o significado que os indivíduos ou os grupos atribuem a um problema social ou humano” (CRESWELL, 2010, p. 26).

A roda de conversa e sua idiossincrasia conduziram a pesquisa durante toda aplicação do projeto interdisciplinar e tornaram possível a compreensão de dados que, talvez, não viessem à tona se não fossem despertados pelo interesse no diálogo e na partilha. Onde percebemos que os alunos trazem para a sala de aula muitas informações do ambiente familiar, amigos ou dos meios de comunicação, sendo esses dados muito significativos para as discussões. Assim, a roda de conversa se firma como um instrumento de produção de dados da pesquisa construída com o diálogo, em que é possível haver uma ressonância coletiva, na medida em que se criam espaços de diálogo e de reflexão.

Para finalizar a aplicação do projeto interdisciplinar e como produto do desenvolvimento para verificação do processo de ensino aprendizagem sobre Alimentação Saudável envolvendo as disciplinas de Química, Biologia e Educação Física, foram confeccionados portfólios e cartazes nas quais os estudantes evidenciam inerentes aos conceitos produzidos e outros fatores implícitos no que referente à Alimentação das pessoas nos dias atuais, dos quais são apresentados alguns exemplos na Figura 6.

Segundo KRASILCHIK (2005), “as atividades em grupo são mais produtivas do que as individuais, porque estimulam o espírito de cooperação e aumentam a discussão entre os jovens sobre as atividades que estão sendo executadas.” Além disso, no envolvimento das primeiras discussões do saber “senso comum”, perpassando o conhecimento científico nas diferentes áreas percebe-se que os alunos reconhecem a importância da contextualização dos diferentes saberes das disciplinas envolvidas e tantas outras que poderiam contribuir para o estudo mais aprofundado sobre Alimentação Saudável e contribuindo diretamente para o processo de ensino aprendizagem.

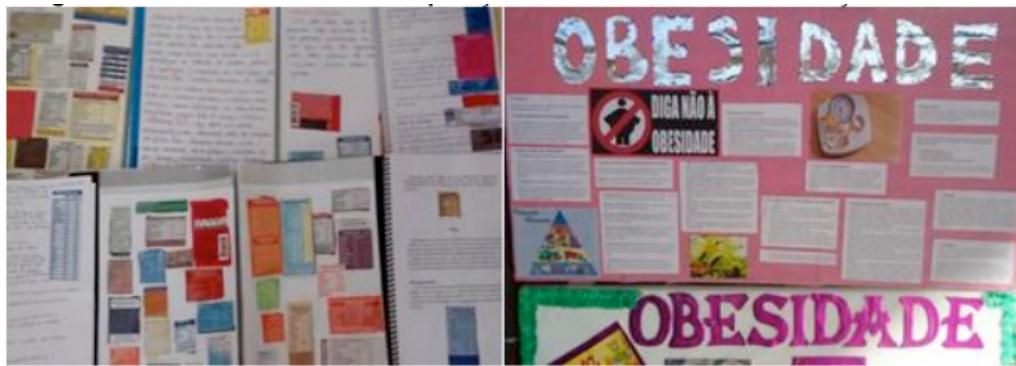


Figura 6-Portfólios e Cartazes: Exposição sobre a temática Alimentação Saudável

Fonte: Autores

Ao observar a exposição de cartazes e apresentação para os demais alunos, nota-se a conexão direta quando se transmite o conhecimento pronto e acabado ao outro, isso tudo se da através interdisciplinaridade, pois além de um componente cognitivo que constitui o processo de ensino aprendizagem, também deve ser pensada em termos de atitude, que revela-se através de uma ideia, uma prática, um projeto que tenha como base a autêntica vontade de colaboração, cooperação, diálogo e abertura ao outro. Paralelamente, é pensável em termos de poder. A interdisciplinaridade não anula as formas de poder que todo o saber comporta, mas exige a disponibilidade para partilhar o poder, isto é, partilhar um saber e um poder que se tem consciência de não ser proprietário. Trata-se de não ocultar o seu próprio saber/poder, mas, ao contrário, torná-lo discursivo e acessível à compreensão de outros (GATTÁS & FUREGATO, 2006).

As discussões na Educação referentes à Alimentação Saudável em Saúde e na Educação nas práticas escolares devem estar presentes com mais frequência considerando a proposição dos fundamentos da complexidade traz o pensamento multidimensional, que comporta, de forma indissociável, as dimensões individual, social e biológica (MORIN, 2005). É ingênuo supor que a formação de bons hábitos alimentares se efetive na escola com ações isoladas, como a oferta de alimentos ricos em nutrientes, aulas descontextualizadas, textos no livro didático, palestras e distribuição de folhetos.

O avanço nas ações de difusão de informação e comunicação que enfatizam as estratégias de produção, circulação e controle das informações referentes à alimentação e nutrição não são suficientes para a construção de práticas alimentares saudáveis e, por isso, as estratégias educativas não podem ser negligenciadas (SANTOS, 2005).

Nessa conjuntura, evidencia-se a Educação Alimentar e Nutricional para o agenciamento de práticas alimentares saudáveis e, consequentemente, para a Promoção da Saúde favorecendo o processo de ensino aprendizagem. A alimentação humana é um fenômeno complexo, que envolve vários aspectos e requer abordagem

pluridisciplinar (POULAIN & PROENÇA, 2003). A complexidade inerente ao fenômeno alimentar requer investimento em abordagens educativas progressistas, transversais e intersetoriais com a convocação de atores sociais afins.

## 4 | CONCLUSÕES

Por meio deste estudo pôde-se concluir que a contextualização do tema gerador de conhecimento Alimentação Saudável proporcionou uma melhor interação e inter-relação para o ensino e aprendizagem dos conteúdos de Química, Biologia e Educação Física trabalhando de forma interdisciplinar aproximando o cotidiano com o currículo das disciplinas. A interdisciplinaridade é uma ferramenta significativa possibilitando a troca de saberes como: a discussão e articulação de conceitos e interpretação de dados de forma criativa que no decorrer das rodas de conversa, resultou na confecção do material em forma de oficina com produção de portfolios e cartazes de “Alimentação saudável”. Nesse estudo emergiu a valorização dos hábitos alimentares saudáveis do cotidiano, bem como aquisição, interação e assimilação de conhecimentos abrangendo à Alimentação Saudável.

Nessa perspectiva, devem ser transmitidos e ensinados para que sejam aprendidos e apropriados. Daí pode emergir elementos novos, que, se incorporados e assimilados pelo grupo social, promovem avanços de forma paulatina (MORIN, 2005). Neste sentido, aplicação do projeto Alimentação Saudável, favoreceu desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo em torno da alimentação. Por fim, a metodologia aplicada foi satisfatória oportunizando o desenvolvimento do significado de hábitos alimentares saudáveis, a organização e sistematização do conhecimento científico e a escola como uma instituição de grande influência na vida dos alunos.

## REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, J.R.M.; GARCÍA, A.P.; MORAGO, L.S.; MARÍN, A.V. *Educación alimentaria escolar y extraescolar. Programas y didáctica*. In: ALVAREZ, J.R.M.; ALLUE, I.P. *El libro de la alimentación escolar*. Madrid: McGraw-Hill, p. 137-156, 2008.
- ANJOS LA, Castro IRR, Engstrom EM, Azevedo MAS. Crescimento e estado nutricional em amostra probabilística de escolares do município do Rio de Janeiro. *Cad Saúde Pub* 2003; 19 (supl 1): 171-9.
- AMARAL, I. A.. METODOLOGIA DO ENSINO DE CIÊNCIAS COMO PRODUÇÃO SOCIAL. PROESF Faculdade de educação / UNICAMP. *Teoria Pedagógica e Produção em Ciências e Meio Ambiente*, 2006.
- AMARAL, Ana Paula de Almeida; PIMENTA, Alexandre Palma. Perfil epidemiológico da obesidade em crianças: relação entre televisão, atividade física e obesidade. *Rev. Bras. Ciên. e Mov. Brasília*, 2001. Disponível em: <http://portalrevistas.ucb.br/index.php/RBCM/article/viewFile/401/454>. Acesso em: 04/04/2019.

ABDALA MC. Da casa ao restaurante. Representações sobre o comer fora em Minas Gerais. In: Montebello N, Collaço JHL, organizadores. Gastronomia: cortes e recortes II. Brasília: Senac; p. 52-69. 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. Guia alimentar para a população brasileira. Brasília: Ministério da Saúde; 2006.

BRASIL, Lei Nº 11.947 – 16 de junho de 2009 – Alimentação escolar.

BRASIL. Ministério da Saúde. I Consenso latino-americano em obesidade. Rio de Janeiro. Convenção Latino Americana Para Consenso em Obesidade. 1998.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos: apresentação dos temas transversais. Brasília, DF, 436p. 1998b.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Coordenação Geral da Política de Alimentação e Nutrição. Guia alimentar para a população brasileira. Brasília: Ministério da Saúde; 2014.

BRACCO, M. M.; FERREIRA, M. B. R.; MORCILLO, A. M.; COLUGNATI, F.; JENOVESI, J. Gasto energético entre crianças de escola pública obesas e não obesas. Revista Brasileira de Ciência e Movimento, Brasília, DF, v. 10, n. 3, p. 29-35, 2002.

BIAZI, Eliza M. S. Recursos para uma vida natural. 30. ed. São Paulo: Casa, 2002.

BOUCHARD, Claude. Atividade física e obesidade. Barueri SP: Manoel Ltda, p. 17-31. 2003.

CARDÚS, E.; VEGA, R. Nutrição, alimentação equilibrada e organismo saudável. São Paulo: Alaúde Editorial Ltda, 2006.

CHIZOTTI, A. Pesquisa em ciências humanas e sociais. São Paulo: Cortez, 1991.

CRESWELL, J. W. Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto; Tradução Magda Lopes. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

EISENBERG ME, OLSON RE, NEUMARK-SZTAINER D, STORY M, BEARINGER LH. Correlations Between Family Meals and Psychosocial Well-being Among Adolescents. Arch Pediatr Adolesc Med. 158: 792-796. 2004.

FRANÇA, A. A.; KNEUBE, D. P. F.; SOUZA, K, A; M. A. A. Kneue. Kaneschima. Hábitos Alimentares e estilo de vida de adolescentes estudantes na rede pública de ensino. 208. Identidade de Maringá – Pr.(18f). Trabalho Iniciação Científica. Graduação – CESUMAR. Maringá, 2006.

FULKERSON JA, NEUMARK-SZTAINER D, HANNAN PJ et al. Family meals frequency and weight status among adolescents: cross-sectional and 5-year longitudinal associations. Obesity (Silver Spring); 16: 2529-2534. 2008.

FISCHLER, C. Food, Self and Identity In: Social Sciences Information, v.27, n. 2, p. 92- 275. 1988.

FISBERG, M.; BANDEIRA, C. R. S.; BONILHA, E. A.; HALPERN, G.; HIRCHBRUCH, M. D. Hábitos alimentares na adolescência. Pediatria Moderna, São Paulo, v. 36, p.724-34, 2000.

FOSS, M. L.; KETEYAN, S. J. Fox: bases fisiológicas do exercício e do esporte. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2000.

GAMBARDELLA, A. M. D. FRUTUOSO, M. F. P. FRANCH, C. Prática alimentar de adolescentes. Revista de nutrição; v. 12, n. 1, p. 5-19, 1999.

GILLMAN MW, RIFAS-SHIMAN SL, FRAZIER AL, ROCKETT HRH, CAMARGO CA, FIELD AE, et al.. Family dinner and diet quality among older children. Arch Fam Med; v. 9, p. 235-240, 2000.

GATTÁS, M. L. B.; FUREGATO, A. R. F. Interdisciplinaridade: uma contextualização. São Paulo/SP, 2006.

JOSUÉ, L. M. A.; ROCHA, R. Obesidade infantil e desenvolvimento motor. UNIFAC em Revista, Botucatu, v. 2, n. 4, p. 55-69, 2002.

LERNER, B. R. "Perfil de Consumo". Em: Instituto DADONE. Obesidade e Anemia Carencial na Adolescência. São Paulo, 2000.

KRASILCHIK, M. Práticas de ensino de biologia. 4. ed. Editora da Universidade de São Paulo, p. 127, 2005.

MAESTÁ, N. Excesso de adiposidade corporal e qualidade de vida. UNIFAC em Revista, Botucatu, v. 2, n. 4, p. 45- 53, 2002.

MARTINEZ, L. P. G.; PAULA, J. N. L. M. Estudo Sobre Rotulagem de Alimentos no Brasil. PUBLICAÇÕES DA 6ª MOSTRA DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA DA PÓSGRADUAÇÃO LATO SENSU DA PUC GOIAS. Goiânia: COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU – CPGLS, PUC-Goiás, 2011.

McARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. Fisiologia do exercício. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2003.

MARCHESI, A. & MARTÍN, E. Qualidade do ensino em tempos de mudança. Porto Alegre: Aramed Editora. 2003.

MARTINS, I P.; PAIXÃO, M. F. Perspectivas atuais Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino e na investigação em Educação em Ciência. In.: SANTOS, W. L. P. dos; AULER, D. (Org.) CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.

MARTINS, M. T. S.; GALEAZZI, M. A. M. Alergia alimentar: considerações sobre o uso de proteínas modificadas enzimaticamente. Revista Cadernos de Debate, Campinas, v. 4, p. 1-24, 1996.

MEDEIROS, G. Obesidade infantil, uma grande preocupação. Reportagem do site <<http://www.ramfit.com.br/blog/2008/06/11/obesidade-infantil-uma-grande-preocupacao>> Acesso em 28/03/19.

MEZOMO, I. B. Os serviços de alimentação. São Paulo: Manole, 2002.

MOREIRA, L. F. Estudo dos componentes nutricionais e Imunológicos na perda de peso em Camundongos com alergia alimentar. Dissertação (Mestrado em Patologia Geral) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

MAHAN, L. K; STUMP, S. E. Alimentos, Nutrição e Dietoterapia. 10. ed. São Paulo: Roca, 2002.

MATSUDO, S. M.; MATSUDO, V. R.; ARAÚJO, T.; ANDRADE, D.; ANDRADE, E.; OLIVEIRA, L.; BRAGGION, G. Nível de atividade física da população do estado de São Paulo: análise de acordo com o gênero, idade, nível sócio-econômico, distribuição geográfica e de conhecimento. Revista Brasileira de Ciência e Movimento, Brasília, DF, v. 10, n. 4, p. 41-50, 2002.

MORIN, E. Ciência com Consciência. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 350 p., 2005.

MUNOZ K, KREBS-SMITH S, BALLARD-BARBASH R, CLEVELAND L. Food intakes of U.S. children and adolescents compared with recommendations. *Pediatrics*; 100: 323-329, 1997.

NEUMARK-SZTAINER D, STORY M, RESNICK M, BLUM RW. Lessons learned about adolescents nutrition from the Minnesota Adolescent Health Survey. *J. Am Diet Assoc.* 1998; 98: 1449-1456.

OCHSENHOFER K.; QUINTELLA, L.C.M.; SILVA, E.C.; NASCIMENTO, A.P.B.; RUGA, G.M.N.A.; PHILIPPI, S.T.; SZARFARC, S.C. O papel da escola na formação da escolha alimentar: merenda escolar ou cantina? *Nutrire*, São Paulo, v.31, n.1, p. 1-16, abr. 2006.

PAFFENBARGER, R. S., WING, A. L., HYDE, R. T. Physical activity as an index of heart attack risk in college alumni. *American Journal of Epidemiology*, Baltimore, v. 108, p. 161-175, 1998.

PARANÁ. Lei nº 14423, de 2 de junho de 2004. Lei das cantinas. Diário Oficial do Paraná, nº 6743, de 3 de junho de 2004.

POULAIN, J. P; PROENÇA, R. P. da C. Reflexões metodológicas para o estudo das práticas alimentares. *Rev. Nutr.* v.16, n.4, Campinas out./dez, 2003.

POPKIN, B. M. Trends in diet, nutritional status, and diet-related noncommunicable diseases in China and India: the economic costs of the nutrition transition. *Nutrition Reviews*, v. 59, n. 12, p. 379-390, dez. 2001.

PHILIPPI ST. Pirâmide dos alimentos: fundamentos básicos da nutrição. Barueri: Manole; 2008.

ROSENKRANS RR, DZEWALTOWSKI DA. Modelo f the home food environment pertaining to childhood obesity. *Rev Nutr.* v.66, p. 123-140, 2008.

SANTOS, L.A.S. Educação alimentar e nutricional no contexto da promoção de práticas alimentares saudáveis. *Rev. Nutr.*, Campinas, v.18, n.5, p.681-692, set./out. 2005.

SOBAL, Jeffery; NELSON, Mary K. Commensal eating patterns: a community study. *Appetite*, v. 41, n. 2, p. 181-190, 2003.

SCHEERENS, J. Melhorar a eficácia das escolas. Porto: Edições ASA, 2004.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. I Diretriz de prevenção da aterosclerose na infância e na adolescência. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, São Paulo, v. 85, suppl. 6, p. 3-36, 2005.

SMELTZER, S. C. BARE.; B. G. Tratamento de Enfermagem Médico-Cirúrgico. 9 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005

SANZ, M. L. Inmunidad del tracto intestinal: procesamiento de antígenos. *Alergología e Inmunología Clínica*, Madrid, v. 16, n. 2, p. 58-62, 2001.

SANTOS, A. Complexidade e transdisciplinariedade em educação: cinco princípios para resgatar o elo perdido. *Rev. Bras. Educ.*, v.13, n.37, p.71-83, 2008.

SANTOS, L. A. da S.. Educação alimentar e nutricional no contexto da promoção de práticas alimentares saudáveis. *Rev. Nutr.*, v.18, n.5. Campinas, set./out, 2005.

SUELI R, T. Desnutrição e Obesidade: Faces Contraditórias na Miséria e na Abundância. Instituto Materno Infantil de Pernambuco. Série: Publicações Científicas do Instituto Materno Infantil de Pernambuco (IMIP), n. 2. Recife. 2001

TOCHE, P. P. Alergia a alimentos y aditivos. Revista Médica Clínica las Condes, Santiago, vol. 15, n. 3, p.92- 97, jul. 2004.

TRIVIÑOS, Augusto. Introdução a pesquisa em ciências sociais: a pesquisa em educação. São Paulo: Altas, 1987.

UTTER J, SCRAGG R, MHURCHU C, SCHAAF D. At-home breakfast consumption among New Zealand children: Associations with body mass index and related nutrition behaviors. J Am Diet Assoc. 2007; 107 (4): 570-576.

ZABALA, A. A prática educativa: como ensinar. Tradução Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.

# CAPÍTULO 10

## ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL NUM ENFOQUE INTERDISCIPLINAR

### Ronualdo Marques

Instituição: Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Endereço: Av. Sete de Setembro Curitiba – Paraná

E-mail: ronualdo.marques@gmail.com

### Claudia Regina Xavier

Instituição: Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Endereço: Av. Sete de Setembro Curitiba – Paraná

E-mail: cxavier.utfpr@gmail.com

aditivos químicos utilizados nos produtos industrializados, bem como, sua função e possíveis problemas provocados à saúde e ao meio ambiente. Observou-se a aplicação numa interação e inter-relação para a aprendizagem interdisciplinar gerando um pensamento crítico e reflexivo a cerca da Alimentação Saudável oportunizando o desenvolvimento do significado de hábitos alimentares saudáveis e tendo a escola como espaço de grande influência na formação do estudante bem como a organização e sistematização do conhecimento científico.

**PALAVRAS-CHAVE:** Alimentação saudável, interdisciplinaridade, contextualização.

**RESUMO:** Este estudo apresenta o desenvolvimento de um Projeto interdisciplinar sobre Alimentação Saudável com estudantes do 1º ano do Ensino Médio do Colégio Estadual do Paraná em Curitiba-PR, Brasil. Buscou despertar o interesse dos alunos pela interpretação das informações nutricionais e a química dos alimentos, assim como, sensibiliza-los quanto à importância de uma alimentação saudável e seus benefícios. A aplicação do trabalho teve início com a realização de um levantamento dos hábitos alimentares dos alunos bem como conceitos que tange a alimentação, seguido com um estudo sobre as funções dos componentes dos rótulos de alimentos comumente consumidos, suas composições e os diversos tipos de

### INTRODUÇÃO

Os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN (BRASIL, 1998) ressalta que a compreensão dos conteúdos abordados em sala de aula não pode se limitar apenas a transmissão de conceitos, mas deve-se considerar a metodologia utilizada para a abordagem prática, na qual seja valorizado o contexto educacional do educando. Assim, é orientada a abordagem baseada nas tendências pedagógicas de multidisciplinaridade e interdisciplinaridade. Zöllner e Fisberg (2006) destacam que as

escolas desempenham papel fundamental nas condições de saúde das crianças que as frequentam, uma vez que pode associar-se à educação, o cuidado básico de saúde, à alimentação e a higiene. Faz-se assim necessário que o professor recorra a metodologias variadas para proporcionar situações novas de aprendizagem, tais como atividades lúdicas e interdisciplinares, da qual podem oportunizar a motivação do aluno em virtude da gama de variáveis presentes no processo educacional em uma sala de aula (LABURÚ; ARRUDA; NARDI, 2003, AMARAL, 2006). Neste sentido, novas propostas metodológicas favorecem também, a abordagem de conteúdos cotidianos, especialmente sobre temáticas pertinentes a saúde humana no contexto educacional. Segundo Augusto *et al.*, (2004), o aprendizado humano é elaborado pela conexão de conhecimentos por meio da contextualização. A contextualização dos conceitos científicos com a vivência dos alunos nos ambientes de consolidação do conhecimento é capaz de proporcionar a reflexão cotidiana vivenciada tanto no espaço educacional quanto nos mais variados ambientes sociais.

A educação alimentar é tratada de forma bem ampla na Lei 11.947 de 2009, onde evidencia a alimentação como um componente e conteúdo obrigatório, da qual destaco:

“II- a inclusão da educação alimentar e nutricional no processo de ensino e aprendizagem, que perpassa pelo currículo escolar, abordando o tema alimentação e nutrição e o desenvolvimento de práticas saudáveis de vida, na perspectiva da segurança alimentar e nutricional”. Neste contexto, fica evidente a importância da utilização de práticas interdisciplinares dentro do contexto educacional a respeito da alimentação, considerando que a Educação alimentar muitas vezes é ensinada de forma fragmentada em algumas disciplinas quando o docente se propõe dentro do seu planejamento uma metodologia de ensino para a contextualização de conteúdos científicos com temas tão disseminados pela mídia.

Neste contexto, fica evidente a importância da utilização de práticas interdisciplinares dentro do contexto educacional a respeito da alimentação, considerando que a Educação alimentar é ensinada de forma fragmentada em algumas disciplinas quando o docente se propõe dentro do seu planejamento uma metodologia de ensino eficiente para a contextualização de conteúdos científicos com temas tão disseminados pela mídia. Nenhum conhecimento é absoluto e a interdisciplinaridade é um princípio constituinte da diferença e da criação. É uma alternativa para transpor as fronteiras do processo de ensino aprendizagem, sem perda de autonomia, de oportunidades de conhecer outras formas de ação, de superar idiossincrasias, de deixar de falar só com seus pares e de aprender a conviver.

O processo de ensino aprendizagem tem na figura do professor a função de se ajustar ao estudante em cada momento da aprendizagem. Assim, entende-se a aprendizagem como “um processo de construção de significados e atribuição de sentido” e o ensino como a “ajuda necessária para que esse processo se realize na direção desejada” (SCHEERENS, 2004). Em face de tal constatação poderá então

afirmar-se que um ensino de qualidade e eficaz, é aquele que é contextualizado e ajustado aos alunos durante o processo de aprendizagem. A função do professor é, portanto, facilitar a atividade mental dos alunos que lhes permita construir novos conhecimentos a partir da reconstrução e da reorganização dos que já possuem. Na defesa desta afirmação Marchesi & Martín (2003) contribuem ao afirmar:

se a ajuda oferecida não se conecta de alguma forma com os esquemas de conhecimento do aluno, se não é capaz de mobilizá-lo e ativá-lo e, ao mesmo tempo, forçar a sua reestruturação, não estará a cumprir efetivamente a sua missão. Assim, a condição básica para que a ajuda educativa seja eficaz e possa atuar como tal é que essa ajuda se ajuste à situação e às características que apresente, em cada momento, a atividade mental construtiva do aluno (MARCHESI & MARTÍN, 2003, p. 243).

As decisões práticas do ato de ensinar devem estar submetidas aos objetivos educacionais, previamente estabelecidos. São eles que fornecem critérios para a seleção, organização e abordagem coerente dos conteúdos programáticos e para a escolha das atividades pedagógicas correspondentes, com suas respectivas técnicas de ensino e recursos didáticos necessários (AMARAL, 2006). Além do mais, dentre as discussões da contextualização na sala de aula, surgem várias problemáticas na interação do tema alimentação. Essas problemáticas se referem à abordagem descontextualizada, desvalorizando a importância dos conteúdos no contexto escolar. Então, sabendo a relevância das temáticas para o desenvolvimento de novas práticas alimentares e manutenção da saúde, cabe ao professor fazer a inserção de conteúdos voltados a essas temáticas.

## METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido no Colégio Estadual do Paraná em Curitiba, Paraná, com uma turma de 1º ano do Ensino Médio, com um total de 35 alunos.

Para a realização desta pesquisa, utilizamos o estudo de caso com abordagem qualitativa na aplicação de um projeto interdisciplinar. O estudo de caso segundo Antônio Chizzotti (1991) é caracterizado por designar diversas pesquisas que coletam e registram dados de um caso particular ou de vários a fim de organizar um relatório ordenado e crítico de uma experiência propondo uma ação transformadora. Esta concepção de estudo de caso é corroborada por Triviños (1987):

Estudo de Caso é uma categoria de pesquisa cujo objeto é uma unidade que se analisa profundamente. Pode ser caracterizado como um estudo de uma entidade bem definida, como um programa, uma instituição, um sistema educativo, uma pessoa ou unidade social. Visa conhecer o seu “como” e os seus “porquês”, evidenciando a sua unidade e identidade própria. É uma investigação que se assume como particularística, debruçando-se sobre uma situação específica, procurando descobrir o que há nela de mais essencial e característico (TRIVIÑOS, 1987, p. 110).

Como princípio norteador foi realizado um diagnóstico em forma de questionário

sobre Alimentação para se conhecer o perfil de hábitos alimentares dos estudantes. Foi solicitado aos alunos que pesquisassem sobre os principais alimentos que ingerem no dia a dia, a frequência e os locais de alimentação, bem como ocorrência de distúrbios alimentares.

Em seguida, foi feita a primeira ponte interdisciplinar, com aulas expositivas de Química eles puderam entender o processo de industrialização bem como a conservação dos alimentos através dos aditivos químicos.

Em paralelo na disciplina de Biologia foram realizadas aulas expositivas sobre os componentes químicos celulares e suas funções no organismo (Água, Sais minerais, Vitaminas, Proteínas, Carboidratos, Lipídios).

Paralelamente nas aulas de Educação Física foi discutida a importância dos exercícios físicos associado a uma Alimentação Saudável para a promoção da saúde. Além de medições de peso e altura dos participantes.

Os alunos se dividiram em 6 grupos e confeccionaram um portfolio com rótulos de alimentos destacando a função de cada nutriente para o organismo e produziram cartazes sobre os diversos conceitos adquiridos para uma exposição sobre Alimentação para os demais alunos da escola.

Para verificar a eficácia de aplicação do projeto interdisciplinar sobre Alimentação Saudável, foram realizadas rodas de conversa para avaliar de forma exploratória os conceitos aprendidos pelos grupos, e a participação na exposição dos trabalhos para os demais estudantes do Colégio Estadual do Paraná.

A roda de conversa como instrumento de trabalho não foi escolhida sem antes nos depararmos com a necessidade de propiciar à nossa pesquisa um caráter de científicidade, o que implica caracterizá-la como de natureza qualitativa e determinar sua posição como abordagem legítima da busca do conhecimento científico, posto que esse tipo de pesquisa “[...] é um meio para explorar e para entender o significado que os indivíduos ou os grupos atribuem a um problema social ou humano” (CRESWELL, 2010, p. 26).

## RESULTADOS

Alguns dos resultados sobre os hábitos alimentares dos alunos participantes são apresentados nas Figuras 1-5. Em geral se conhece (dados institucionais) que os alunos pertencem a grupo social, cultural e econômico bastante semelhante, e são em sua maioria moradores de bairros mais afastados ou da Região Metropolitana de Curitiba.

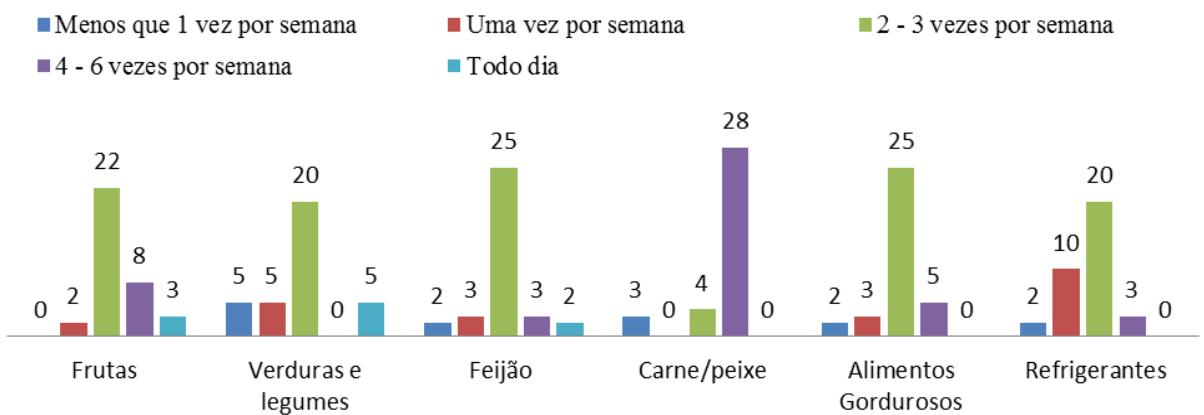


Figura 1: Frequência de consumo de alimentos

Fonte: Autores

Observou-se uma tendência na frequência de consumo dos alimentos em hábitos bastante similares. A alimentação é um processo amplo que contempla a seleção dos alimentos, seu preparo e ingestão, envolve o “onde”, o “como”, o “que” e o “com quem” comemos (CARDÚS & VEGA, 2006). Esta definição pode nos remeter às preferências alimentares dos sujeitos, além de refletir fatores políticos, econômicos, sociais, culturais e científicos que influenciam a tomada de decisão acerca da seleção dos alimentos. “Os padrões alimentares de um grupo sustentam a identidade coletiva, posição na hierarquia, na organização social, mas, também, determinados alimentos são centrais para a identidade individual” (FISCHLER, 1988; SUELI 2001).

O consumo de água, a quantidade de refeições realizadas por dia, a presença de Distúrbios alimentares e a Prática de atividades físicas também foi levantado junto aos participantes e são apresentados nas Figuras 2 - 4. Ao realizar estudo das funções biológicas e químicas da água e entender que a água corresponde a mais de 70% da composição dos nossos órgãos bem como dos alimentos, entende-se que ela participa diretamente da digestão dos alimentos assim também como o controle de reações pelo anabolismo desencadeando respostas pelo organismo como o controle da temperatura, liberação de suor, funcionamento dos órgãos e excretas, assim a água participa ativamente de todos os processos metabólicos de transporte de nutrientes intra e extracelulares. Ao observar a quantidade de água ingerida pela amostragem onde 86% dos alunos responderam que não bebem muita água. Os educandos declaram que não possui hábitos de beber água com frequência, segundo algumas falas dos alunos:

Aluno 1:“Passo a maior parte do tempo em transporte coletivo, dentro da sala de aula e trabalho em ar condicionado, não sinto sede, tomo água geralmente quando fico em exposição do sol ou exerço alguma atividade que eu utilize mais força dai sinto sede.”

Aluno 2:“ Na maioria do tempo não bebo água pois o clima é frio ou chuvoso, bebo mais água no verão onde sinto sede o tempo todo”.

Aluno 3: "Bebo café, refrigerante e suco quase todos os dias porém água muito difícil".

Aluno 4: "Não bebo muita água pois não gosto de tomar água em bebedouros na escola".

Aluno 5: "Bebo água o tempo todo, trago minha garrafa de água de casa e quando acaba sempre encho ela de água".

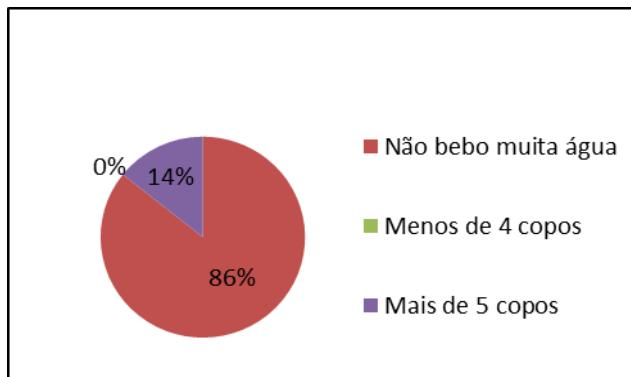


Figura 2 – Consumo diário de água

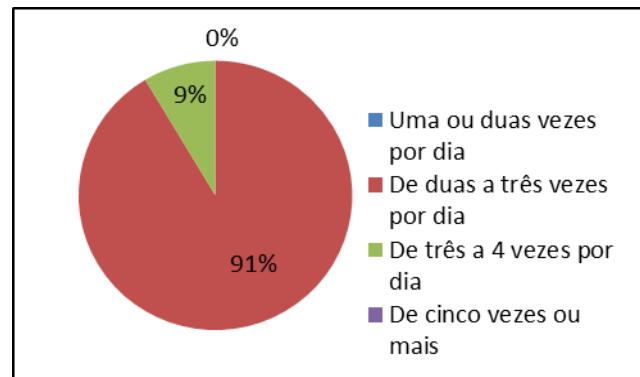


Figura 3 – Refeições diárias realizadas

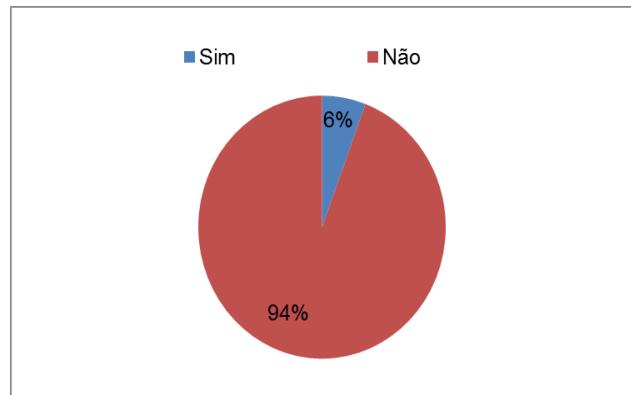


Figura 4: Presença de Distúrbio Alimentar

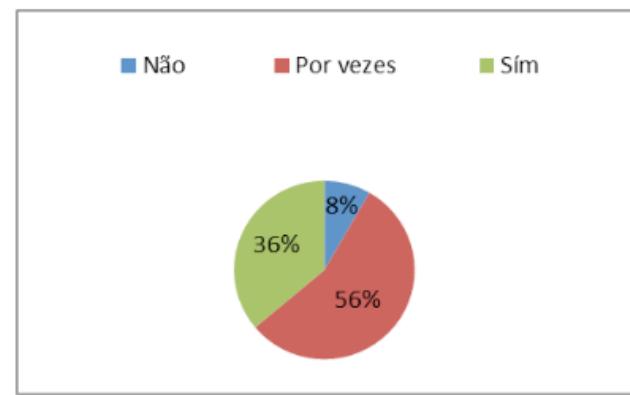


Figura 5: Consumo de Alimentos tipo fast-food

Fonte: autores

Para saber a quantidade ideal de água a ingerir por dia, basta multiplicar o peso do indivíduo por 35 (isso significa que é necessário ingerir 35 ml de líquidos para cada quilo de peso). Por exemplo: um adulto com 70 kg necessita de aproximadamente 2.500 ml por dia. A ingestão maior de líquidos deve ser feita entre as refeições. Junto com as refeições deve haver o consumo de no máximo 250 ml de líquidos. Nem todos os líquidos equivalem à água (ou seja, não hidratam da mesma forma). É o caso de chás, chimarrão, café, refrigerantes e outras bebidas. Conforme Dukes (2006) a substância mais abundante no organismo para difundir é a água, e a difusão dos líquidos dentro das células e dos tecidos dos animais, sendo influenciada pelos solutos que eles já contêm (ECKERT, 2000).

Sobre a frequência de alimentação (Figura 3), se observou que a grande maioria dos participantes se alimenta de 2 a 3 vezes por dia. Eles passam a maior

parte do dia longe de casa e fazem inúmeras atividades durante esse tempo. Os alunos na totalidade afirmam que “*Tomo um café da manhã reforçado todos os dias*”. Considera-se ainda que o café da manhã seja uma refeição importantíssima como destaca (BRASIL, 2006) “O café da manhã é uma das três principais refeições do dia, definido como a primeira refeição consumida pela manhã”. Quanto ao seu conteúdo, a recomendação brasileira é que ele garanta em média 25% do total energético consumido durante o dia (PHILIPPI, 2008). Depois do café da manhã 91% dos alunos realizam mais 2 refeições e 9% realizam outras 3 refeições no dia. Em suas falas destacaram-se:

Aluno 1:“Geralmente ou como na escola, ou trago de casa minha marmita, pois comer todo dia em restaurante é muito caro.”

Aluno 2:“Faço outras atividades no contra turno então sempre almoço em um restaurante mais popular onde possa me alimentar bem pagando um preço acessível, porém a tarde sempre como um salgadinho ou refrigerante.”

Aluno 3:“Sempre vou ao Shopping almoçar por estar próximo a escola e a maioria dos meus amigos também ir, e acabo gastando menos e gosto muito de lanches que encontro no ‘McDonald’s, Burger King, Bobs, Girafas, etc’.”

Aluno 4:“Como não tem acesso a comida de forma gratuita geralmente acabo comendo salgadinhos ou bolachas para saciar a fome até poder chegar em casa para almoçar.”

O número de refeições nas quais as razões indicadas para a diminuição da frequência de alimentação é o ritmo da vida moderna dos grandes centros urbanos, a distância entre a casa e o trabalho, em relação ao tempo disponível para o almoço, e as novas ideologias de um corpo mais magro. Essas razões são bastante semelhantes às indicadas em outros estudos sobre a população francesa (POULAIN; TIBÈRE, 2000). O fato de as pessoas declararem ingerir um número menor de refeições ao longo do dia não significa que elas não comam entre elas. Ao contrário, ao que tudo indica, “beliscar”, “comer porcarias”, comer uma “besteirinha”, é uma prática bastante comum. O pressuposto em torno da fragmentação dos hábitos alimentares corresponderia à desestruturação da alimentação orquestrada pelos interesses agroindustriais que almejam uma “alimentação contínua”, ou seja, várias ingestas alimentares ao longo do dia que necessariamente anulariam a prática das refeições (AYMARD; GRIGNON; SABBAN, 1993).

Observa-se que os alunos têm hábitos de alimentos como doces e derivados, vários são os fatores etiológicos que podem desencadear a obesidade, um deles é a ingestão frequente de alimentos do tipo “fast food” como mostrado na Figura 5, isso se dá pela facilidade ao acesso aos alimentos industrializados (“junk food”), que alteraram intensamente os hábitos alimentares dos jovens. A observação dos educandos ao destacar a grande presença de doces, pois são fáceis de carregar nas bolsas ou até mesmo mais barato para comprar, é do cotidiano de suas casas, mas

entendem que o exagero pode levar a alteração da glicemia com aparição da diabete, ou a hipertensão, obesidade. Medeiros (2007) afirma que esta prática é comum em todas as classes socioeconômicas e facilmente evidenciada, pois vivemos em uma sociedade onde os pais trabalham demais, têm pouco ou nenhum tempo para supervisionar o preparo da alimentação e as refeições de seus filhos. Muitas crianças ficam “livres” para escolher alimentos fáceis de preparar como: pipoca e doce, bolos, chocolates, sorvetes, refrigerantes disponíveis na geladeira.

Ao compreender os fatores em torno da Alimentação dos alunos, entende-se que os aditivos químicos podem interferir no metabolismo ocasionando reações alérgicas, intoxicação alimentar e grande incidência de intolerância alimentar (TOCHE, 2004). Segundo mostrado na Figura 4, 6% dos educandos que declararam ter intolerância alimentar a lactose e ao glúten desde a infância, sendo estes os principais distúrbios declarados. A incapacidade de digerir a lactose, resultado da deficiência ou ausência da enzima intestinal chamada lactase que possibilita decompor o açúcar do leite em carboidratos mais simples, para a sua melhor absorção. Este problema ocorre em cerca de 25% dos brasileiros.

Uma pessoa consome durante toda a sua vida cerca de 2-3 toneladas de alimentos diferentes. O sistema digestório os processa e os converte em material útil para o crescimento e manutenção das células do organismo (SANZ, 2001). Considerando ainda a quantidade de alimentos que o sistema gastrointestinal de um indivíduo recebe durante a vida, não é surpreendente, sob certas circunstâncias, que este material estranho possa produzir uma reação adversa e/ou servir como veículo para agentes nocivos (MARTINS; GALEAZZI, 1996; PILON, 1990).

Como produto do desenvolvimento do projeto interdisciplinar sobre Alimentação Saudável envolvendo as disciplinas de Química, Biologia e Educação Física foram confeccionados portfólios e cartazes, dos quais são apresentados alguns exemplos na Figura 6. Segundo KRASILCHIK (2005), “as atividades em grupo são mais produtivas do que as individuais, porque estimulam o espírito de cooperação e aumentam a discussão entre os jovens sobre as atividades que estão sendo executadas.” Além disso, no envolvimento das primeiras discussões do saber “senso comum”, perpassando o conhecimento científico nas diferentes áreas percebe-se que os alunos reconhecem a importância da contextualização dos diferentes saberes das disciplinas envolvidas e tantas outras que poderiam contribuir para o estudo mais aprofundado sobre Alimentação Saudável.

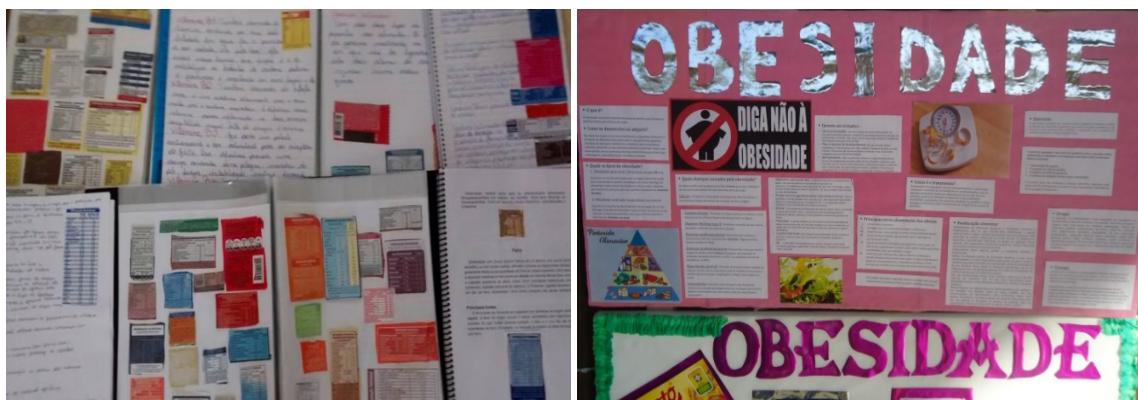


Figura 6: a) Portfólios e b) cartazes sobre a temática Alimentação Saudável.

Fonte: Autores

Ao observar a exposição de cartazes e apresentação para os demais alunos do Colégio Estadual do Paraná, verificou-se o produto da construção do conhecimento através da interdisciplinaridade, sendo este positivo tanto para os alunos quanto para os docentes envolvidos que puderam estreitar as relações e aprender com o outro. A interdisciplinaridade não anula as formas de poder que todo o saber comporta, mas exige a disponibilidade para partilhar o poder, isto é, partilhar um saber e um poder que se tem consciência de não ser proprietário. Trata-se de não ocultar o seu próprio saber/poder, mas, ao contrário, torná-lo discursivo e acessível à compreensão de outros. (POMBO, 2004 *apud* GATTÁS E FUREGATO, 2006).

## CONCLUSÕES

Por meio deste estudo pôde-se concluir que a contextualização do tema gerador de conhecimento Alimentação Saudável proporcionou uma interação e inter-relação para a aprendizagem dos conteúdos de Química, Biologia e Educação Física trabalhando de forma interdisciplinar. Nesse trabalho, se ressaltou a valorização dos hábitos alimentares do cotidiano, bem como aquisição de conhecimentos na amplitude da Alimentação Saudável. Neste sentido, aplicação do projeto Alimentação Saudável, favoreceu desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo em torno da Alimentação. Por fim, a metodologia aplicada foi satisfatória oportunizando o desenvolvimento do significado de hábitos alimentares saudáveis, a organização e sistematização do conhecimento científico e a escola como uma instituição de grande influência na vida dos alunos.

## REFERÊNCIAS

AYMARD M.; GRIGNON C.; SABBAN F. *Le temps de manger: alimentation employ du temps et rythmes sociaux*. Paris. Éditions MSH-INRA, 1993.

AMARAL, I. A. Metodologia do ensino de ciências como produção social. PROESF Faculdade de

educação / UNICAMP. Teoria Pedagógica e Produção em Ciências e Meio Ambiente, 2006.

AUGUSTO, T. G. da S. et al., .Interdisciplinaridade: concepções de professores da área ciências da natureza em formação em serviço. Revista Ciência & Educação, v. 10, n. 2, p. 277-289, 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. Guia alimentar para a população brasileira. Brasília: Ministério da Saúde; 2006.

BRASIL, Lei N° 11.947 – 16 de junho de 2009 – Alimentação escolar.

BOURDIEU, P.. A Economia das Trocas Simbólicas. São Paulo-SP. Editora Perspectiva, 2003.

CARDÚS, E.; VEGA, R. Nutrição, alimentação equilibrada e organismo saudável. São Paulo: Alaúde Editorial Ltda, 2006.

CRESWELL, J. W. Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto; Tradução Magda Lopes. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

CHIZOTTI, A. Pesquisa em ciências humanas e sociais. São Paulo: Cortez, 1991.

DUKES. Fisiologia dos Animais Domésticos. 12 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

ECKERT. Fisiologia Animal: mecanismos e adaptações. 4.ed. Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 2000.

FISCHLER, C. "Food, Self and Identity" In: Social Sciences Information, V. 27, n.2. p. 92- 275, 1988

GATTÁS, M. L. B.; FUREGATO, A. R. F. Interdisciplinaridade: uma contextualização. São Paulo/SP, 2006

LABURÚ, C. E.; ARRUDA, S. de M.; NARDI, R. PLURALISMO METODOLÓGICO NO ENSINO DE CIÊNCIAS. Revista Ciência & Educação, v. 9, n. 2, p. 247-260, 2003.

KRASILCHIK, M. Práticas de ensino de biologia. 4. ed. Editora da Universidade de São Paulo, p. 127, 2005.

MARTINS, M. T. S.; GALEAZZI, M. A. M. Alergia alimentar: considerações sobre o uso de proteínas modificadas enzimaticamente. Revista Cadernos de Debate, Campinas, v. 4, p. 1-24, 1996.

MARCHESI, A. & MARTÍN, E. Qualidade do ensino em tempos de mudança. Porto Alegre: Aramed Editora. 2003.

MOREIRA, L. F. Estudo dos componentes nutricionais e Imunológicos na perda de peso em Camundongos com alergia alimentar. 2006. Dissertação (Mestrado em Patologia Geral) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

POULAIN J.-P.; TIBÈRE, L. Mondialisation, métissage et créolisation alimentaire, de l'intérêt du laboration reunionnais. Bastidiana, n. 31-32, p. 225-241, 2000.

PHILIPPI, S.T. Pirâmide dos alimentos: fundamentos básicos da nutrição. Barueri: Manole; 2008.

SANZ, M. L. Inmunidad del tracto intestinal: procesamiento de antígenos. Alergología e Inmunología Clínica, Madrid, v. 16, n. 2, p. 58-62, 2001.

SCHEERENS, J. Melhorar a eficácia das escolas. Porto: Edições ASA, 2004.

SUELI R, T. *Desnutrição e Obesidade: Faces Contraditórias na Miséria e na Abundância*. Instituto Materno Infantil de Pernambuco. Série: Publicações Científicas do Instituto Materno Infantil de Pernambuco (IMIP), n. 2. Recife. 2001

TOCHE, P. P. Alergia a alimentos y aditivos. Revista Médica Clínica las Condes, Santiago, v. 15, n. 3, p.92- 97, jul. 2004.

TRIVIÑOS, A. Introdução a pesquisa em ciências sociais: a pesquisa em educação. São Paulo: Altas, 1987.

ZOLLNER, C. C.; FISBERG, R. M.. Estado nutricional e sua relação com fatores biológicos, sociais e demográficos de crianças assistidas em creches da Prefeitura do Município de São Paulo. *Rev. Bras. Saude Mater. Infant.* [online]. 2006, vol.6, n.3, pp. 319-328. ISSN 1806-382

## AROMAS: UMA ABORDAGEM SENSORIAL PARA O ESTUDO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DOS ÉSTERES

**Larissa Santos Silva**

Faculdade Pio Décimo, Licenciatura em Química,  
Aracaju-Sergipe

**Alvaro Vieira Dos Santos**

Faculdade Pio Décimo, Licenciatura em Química,  
Aracaju-Sergipe

**Larissa Santos Silva**

Faculdade Pio Décimo, Licenciatura em Química,  
Aracaju-Sergipe

**Lorena Maria Gomes Lisbôa Brandão**

Faculdade Pio Décimo, Licenciatura em Química,  
Aracaju-Sergipe

**Vitor Lima Prata**

Faculdade Pio Décimo, Licenciatura em Química,  
Aracaju-Sergipe

**Daniela Kubota**

Secretaria do Estado da Educação de Sergipe

**Tatiana Kubota**

Faculdade Pio Décimo, Licenciatura em Química,  
Aracaju-Sergipe

**Márcia Valéria Gaspar de Araújo**

Faculdade Pio Décimo, Licenciatura em Química,  
Aracaju-Sergipe

e metodologias alternativas em detrimento ao ensino meramente conteudista. Existem estratégias metodológicas que podem contribuir para que o processo de ensino e aprendizagem seja uma construção significativa e mais interessante para os alunos, como por exemplo a utilização de atividades que usem os sentidos. Seguindo essa ideia, o presente trabalho teve como objetivo ensinar as propriedades físicas dos ésteres através de uma perspectiva sensorial de aromas característicos de diferentes frutas e balas. A pesquisa foi realizada com alunos da terceira série do Ensino Médio, no período matutino e foi dividida em 5 momentos: a) avaliação prévia, b) aula expositiva e dialogada, c) aplicação da atividade, d) atividade lúdica e e) atividade avaliativa. A análise das respostas dos discentes demonstrou que a metodologia aplicada foi motivadora e permitiu que os mesmos entendessem os conceitos teóricos referentes as propriedades físicas dos ésteres, indicando que estratégias diferenciadas de ensino proporcionam aulas mais atrativas e facilitam o aprendizado.

**PALAVRAS-CHAVE:** ésteres, aromas, propriedades físicas.

**ABSTRACT:** Much is currently being discussed about teaching, how classes should be taught, how best to make students understand the contents and create a link between scientific

**RESUMO:** Atualmente muito se discute a respeito do ensino, como se deve ministrar as aulas, qual a melhor forma de fazer os alunos compreenderem os conteúdos e criar uma ligação entre o conhecimento científico e o comum, utilizando a contextualização

and common knowledge, using contextualization and alternative methodologies to the detriment of teaching merely. There are methodological strategies that can contribute to making the teaching and learning process a meaningful and more interesting construction for students, such as the use of sensory activities. Following this idea, the present work aimed to teach the physical properties of esters through a sensory perspective of characteristic aromas of different fruits and candies. The research was carried out with students of the third grade of the High School, in the morning period and was divided in 5 moments: a) previous evaluation, b) lecture and dialogue, c) application of the activity, d) playful activity and e) evaluative activity. The analysis of the students' answers showed that the applied methodology was motivating and allowed them to understand the theoretical concepts related to the physical properties of the esters, indicating that differentiated teaching strategies provide more attractive classes and facilitate learning.

**KEYWORDS:** esters, aromas, physical properties.

## INTRODUÇÃO

Atualmente muito se discute a respeito do ensino, como se deve ministrar as aulas, qual a melhor forma de fazer os alunos compreenderem os conteúdos e criar uma ligação entre o conhecimento científico e o comum. A utilização da contextualização, das metodologias ativas, os jogos, vídeos aulas são formas de modificar a forma de ensinar, remodelando o ensino tradicional deixando-o mais agradável aos olhos dos estudantes. Como destaca Santos (2011):

As práticas pedagógicas atuais têm por tarefa construir competências, buscar novos conhecimentos, procurar métodos ativos, tornar as disciplinas menos rígidas, respeitar os alunos, utilizar didáticas flexíveis, buscando avaliações mais formativas, usar novas tecnologias e tratar os alunos através de técnicas reflexivas. Essas práticas tendem, no futuro, a mudar a educação e um dos caminhos viáveis pode ser a utilização das atividades lúdicas, pois estas têm a possibilidade de ajudar na busca de mudanças, uma vez que tendem a ser mais abertas, criativas e dinâmicas (SANTOS, p.21,2011).

Rolim, Guerra e Tassigny (2008), afirmam que brincar é aprender e na brincadeira, reside a base daquilo que, mais tarde, permitirá à criança aprendizagens mais elaboradas. O lúdico torna-se, assim, uma proposta educacional para o enfrentamento das dificuldades no processo ensino-aprendizagem. Segantini (2013), assegura que os jogos lúdicos proporcionam uma maior interação entre os alunos, além de auxiliar no desenvolvimento de habilidades e competências, como por exemplo socialização, cooperação, competição, interação, criatividade e raciocínio lógico.

Então desenvolver métodos que podem ajudar na integração dos estudantes contribui muito além do ensino de qualquer matéria. O lúdico é um recurso pedagógico e social, uma ferramenta que o educador pode utilizar em sua prática pedagógica, de forma a auxiliar na dinâmica em sala de aula; a ludicidade possibilita ao educando

estimular ou revelar aspectos interiores espontâneos e naturais, fundamentais ao desenvolvimento de sua aprendizagem. (ENCONTRO DE APRENDIZAGEM LÚDICA, 2016).

## A QUÍMICA DAS SENSAÇÕES

A química é uma grande aliada dos sentidos, porque auxilia a captar as diversas sensações, é através delas que o cérebro gera as percepções acerca das substâncias que ingerimos ou simplesmente temos contato (OLIVEIRA, 2014).

Dentre os cinco sentidos (olfato, paladar, visão, audição e tato), somente o olfato e o paladar possuem natureza química, por conseguirem detectar as moléculas. O olfato consegue perceber moléculas na forma gasosa que estão dispersas no ar, já o paladar só consegue percebê-las quando dissolvidas em água. Da combinação desses dois sentidos é que surge o sabor ou flavor, por meio do cheiro e do gosto dos alimentos (WOLKE, 2003). Ambos os sentidos estão fortemente ligados às funções emocionais e comportamentais primitivas do nosso sistema nervoso (HALL, 2017).

Os receptores olfativos conseguem distinguir entre milhares de odores diferentes e calcula-se que contribuam com 80% do sabor. Lembrando que a boca e o nariz são interligados, de modo que as moléculas gasosas liberadas na boca durante a mastigação conseguem subir pela cavidade nasal. Além disso, o ato de engolir provoca um vácuo parcial na cavidade nasal, que leva o ar da boca para o nariz (WOLKE, 2003).

O paladar assim como o olfato, é um sentido químico, entretanto, apenas cinco gostos primários podem ser distinguidos: azedo, doce, amargo, salgado e umami. O sabor umami, descoberto mais recentemente do que os outros, foi relatado primeiramente por cientistas japoneses e é descrito como “carnoso” ou “saboroso” (TORTORA, DERRICKSON, 2016).

Durante a gustação dos alimentos os odores deles podem passar da boca para a cavidade nasal, onde estimulam os receptores olfatórios. Como o olfato é muito mais sensível do que o paladar, uma dada concentração de substância alimentar pode estimular o sistema olfatório centenas de vezes mais intensamente do que ela estimula o sistema gustatório (TORTORA, DERRICKSON, 2016).

Os aromas sempre estiveram presentes no cotidiano da humanidade, antigamente era por meio deles que as pessoas verificavam se alimentos estavam estragados, e diferenciavam as plantas comestíveis das nocivas, hoje ele é o principal fator de escolha de um alimento para ser consumido. O mesmo constitui-se como a percepção de voláteis na via retronalatal a partir da cavidade bucal quando o alimento está no interior da boca (FELIPE, BICAS, 2017).

Oliveira (2014), acrescenta que o aroma é a mistura das sensações do olfato e paladar, ao ingerir um alimento a sensação mais imediata é a do gosto, porém também pode-se sentir o cheiro dos alimentos nesse momento, isso fica evidente

quando se ingere algum alimento com o nariz tapado ou quando a pessoa está gripada, percebe-se como o aroma fica diferente, parece menos intenso, isso ocorre porque não é apenas o paladar que está envolvido nessa atividade.

Os aromas são classificados de acordo com suas formulações, podem ser naturais de origem vegetal ou animal, aceitáveis para consumo, sendo obtidos por métodos físico-químicos, microbiológicos ou enzimáticos, a partir de matérias primas naturais. Já os sintéticos são obtidos por processos químicos, compreendendo os aromatizantes idênticos aos naturais e os artificiais (MEDEIROS, 2008).

Como já mencionado, a língua sente apenas cinco sabores (azedo, amargo, doce, salgado e umami). Durante a mastigação, a língua sente o sabor do alimento e, na cavidade nasal, sensores apropriados sentem o aroma. Os dois se completam e se confundem, formando a sensação que é tecnicamente designada flavor. Que remete ao termo flavorizantes, muito encontrado em rótulos de produtos. Esses flavorizantes são substâncias que dão aos produtos o flavor característico. Existem uma infinidade de compostos orgânicos empregados como flavorizantes naturais e artificiais, entre esses artificiais destacam-se os pertencentes ao grupo dos ésteres (PERUZZO, CANTO, 2003).

Os ésteres são substâncias orgânicas encontradas naturalmente nas frutas e flores, porém também muito presentes nas indústrias alimentícias, de cosméticos e de limpeza, nesses produtos eles são encontrados de forma sintética. São muito comuns em balas, detergentes, perfumes e outros produtos que apresentam aromas agradáveis. Mesmo os ésteres estando tão presente no dia a dia de todos os indivíduos e podendo ser um ótimo assunto para ser abordado de forma contextualizada com os aromas, o seu estudo as vezes é negligenciado no ensino médio, pois muito se resume apenas a identificação da função em cadeias carbônicas e pouco se fala de suas propriedades.

Segundo o PCN+ (PCNEM) o conhecimento químico se agrega a uma trilogia de adequações pedagógicas baseada em contextualização, que dê significado aos conteúdos e que facilite a ligação entre vários campos do conhecimento (BRASIL, 2006). Seguindo essa ideia do PCN+ o estudo dos ésteres através dos aromas torna-se uma alternativa promissora para ensinar as propriedades físicas dos ésteres.

Os cinco sentidos humanos contribuem para entender como cada indivíduo percebe e entende o mundo. É por meio das sensações que as pessoas conseguem viver mais intensamente, uma memória é muito mais forte quando relacionado a uma percepção específica, como um cheiro ou sabor. A mente humana faz essa ligação entre o sentido e a lembrança seja ela boa ou ruim. Partindo dessa ideia de memória e sensações surge uma problemática interessante, será que as percepções sensoriais, como o olfato e o paladar, podem contribuir para o processo de ensino e aprendizagem das propriedades físicas dos ésteres? Já que os mesmos são os principais responsáveis pelo cheiro e aroma agradável presente em frutas, flores e outros alimentos.

Para fugir das metodologias tradicionais e estimular o cognitivo dos alunos optou-se pela utilização de uma atividade lúdica de identificação de aromas de frutas naturais e sintético. Desse modo ao fim da pesquisa poderá ser identificado se atividades lúdicas proposta pode contribuir para formação do conhecimento dos discentes.

Nessa concepção o objetivo geral do trabalho é ensinar as propriedades físicas dos ésteres através de uma perspectiva sensorial dos aromas característicos dos mesmos, utilizando algumas frutas como banana, maçã, laranja, abacaxi, morango, pera, kiwi e balas com flavorizantes pertencentes as mesmas frutas já citadas. Pautado nisso o trabalho quer avaliar se as percepções sensoriais contribuem para o ensino de química, no caso se os alunos conseguem associar memórias geradas através dos sentidos com o assunto de ésteres abordado em aula, além de verificar se a atividade lúdica proposta contribuiu para a formação do conhecimento significativo e se ela pode ser considerada uma metodologia de ensino eficiente.

## METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida durante o projeto de Residência Pedagógica oferecido pela CAPES e realizado no Colégio localizado na cidade de Nossa Senhora do Socorro em Sergipe, aplicado na terceira série do ensino médio, devido a abordagem do conteúdo está relacionado a química orgânica.

A pesquisa de campo foi dividida em 4 momentos:

- a. 1º momento: apresentação da temática para os alunos, com questionamentos. Posteriormente, os alunos foram divididos em grupos para discussão e elaboração de um texto sobre o conceito que eles possuíam sobre aroma e quais alimentos poderiam identificá-los. Depois da entrega dos textos, houve uma explanação sobre a diferença entre cheiro/odor e aromas e para exemplificar e contextualizar o conteúdo foram utilizados três tipos de frutas: abacaxi, banana e maçã, e também doces de açúcar (jujubas) de diferentes sabores. Foi solicitado que os alunos experimentassem sentir o cheiro tanto por via nasal quanto ao mastigar os alimentos, a fim de situá-los com o conceito de cheiro e aroma.
- b. 2º momento: aula expositiva dialogada com discussões sobre a diferença entre cheiro/odor e aroma
- c. 3º momento: desenvolvimento de atividade relacionada as propriedades físicas dos ésteres
- d. 4º e 5º momento: atividade lúdica e resolução de atividade avaliativa. Nessa etapa foi desenvolvido um jogo sensorial, onde os alunos foram divididos em 6 grupos, cada grupo preencheu uma ficha de identificação e posteriormente

te foi vendado os olhos de um participante de cada grupo para a degustação e percepção de aromas de diferentes frutas e doces, após a identificação do aroma da fruta os membros do grupo eram informados e deveriam procurar em uma tabela qual éster pertencia o aroma identificado e em seguida deveriam preencher a ficha de identificação com as informações necessárias. Esse processo foi repetido até que todos jogassem, sempre tendo um grupo disputando com o outro, ao final o grupo que marcou mais pontos, venceu a disputa e pode escolher um prêmio que foi ou uma cesta de frutas ou um pacote de doces. Após o jogo, cada grupo descreveu sua percepção sobre a correlação do aroma com a estrutura química do ésteres correspondente, além disso, informaram sobre as propriedades físicas dos ésteres e sua importância, também produziram um texto dissertativo sobre a contribuição da metodologia aplicada na aprendizagem do conteúdo químico. Os resultados e discussões foram avaliados através dos relatos redigido por cada grupo e também pela ficha de identificação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente projeto foi aplicado ao terceiro ano do ensino médio, inicialmente foi realizado um trabalho investigativo para saber quais eram os conhecimentos prévios dos alunos sobre a temática de aromas, para tanto os alunos foram divididos em seis grupos e cada grupo respondeu a seguinte pergunta: O que é aroma? Quais alimentos podemos identificar a presença dos aromas? A Tabela 1 apresenta as respostas dos grupos, que foram classificadas de 1 a 5, sendo 1 ruim e 5 excelente, quando comparadas com o conceito científico.

Grupos	Avaliação	Resposta
1	4 – Ótimo	(...) é a fragrância, o cheiro que encontramos em alimentos, perfumes, entre outros. Podemos percebê-los em alimentos naturais, como: maracujá, mexericas, laranjas; também em alimentos industrializados, como: balas, sucos de caixa, sucos de pacote.
2	4 – Ótimo	(..) é o cheiro de substâncias que podem ser fortes ou mais suave tipo perfume que pode ser de flores ou frutas doces, ou até malcheiroso como o aroma de um gamba. Os tipos de alimentos que podemos perceber o aroma mais forte são: tangerina, cebola, hortelã. E os mais suaves são: como milho de pipoca, chocolate derretido, ou até algumas flores.
3	2 – Tangência	Aroma é o odor característico das substâncias que diferenciam cada tipo substância como por exemplo é o limão com seu aroma ácido e cítrico; o vinho com aroma característico da uva.

4	3 – Bom	Algo comum cheiro agradável como por exemplo em alguns alimentos: abacaxi, laranja, graviola e etc. Também é p cheiro que pode colocar em vários alimentos. Conseguimos sentir o aroma, por exemplo, nos iogurtes, balas, sorvetes, etc.
5	2 – Tangência	Aroma para mim são alguns cheiros que podem ser agradáveis ou desagradáveis, encontrada na culinária, nos perfumes. Eu consigo sentir o aroma de alguns alimentos e frutas como o do abacaxi, da macarronada, feijão, do café e de ervas naturais como o chá.
6	3 – Bom	É um cheiro bom já que é um aroma, posso sentir esse aroma em alimentos como bala, bebidas alcoólicas, queijo, frutas, como melancia, mamão e temperos da culinária não só em alimentos, mas em produtos de limpeza.

Tabela 01: Respostas apresentadas pelos grupos sobre a definição de aromas

Analizando os dados apresentados na Tabela 1 foi observado uma tendência dos estudantes em associar os aromas aos cheiros percebidos pelo olfato durante a respiração, demonstrando assim, possuírem um conhecimento básico a respeito da temática, pois segundo Felipe e Bicas (2017), os aromas estão relacionados com a percepção de voláteis na via retronalatal a partir da cavidade bucal quando o alimento está no interior da boca.

Ao serem questionado sobre os alimentos que possuíam aromas todos os grupos lembraram das frutas e fizeram vários contrapontos com os alimentos consumidos por eles no dia a dia. Posteriormente foi respondido um questionário composto de 4 questões, sendo 2 objetivas e 2 dissertativas, que foram pontuadas de zero a dez e a Figura 1 apresenta o gráfico com o desempenho de cada grupo.

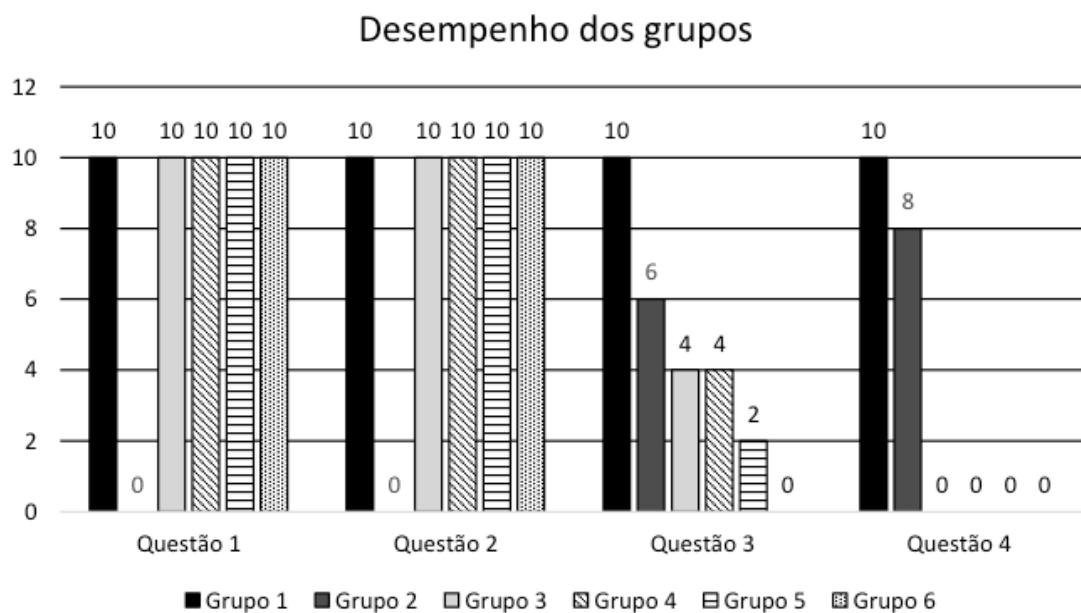


Figura 1. Gráfico com o desempenho de cada grupo na atividade

Analizando o gráfico da Figura 1, foi observado que as questões objetivas (1

e 2) foram as que obtiveram um maior índice de acerto, contudo eram questões relacionadas com conteúdo de nomenclatura e reações dos ésteres, que são conteúdos que sempre causam uma certa confusão entre os alunos. Nas questões 3 e 4, de cunho dissertativo, houve uma menor porcentagem de acertos, por se tratar de questões que abordaram o conteúdo referente a estrutura e propriedades, tais como solubilidade, ponto de ebulação e polaridade e exigiu uma maior criticidade nas respostas, estimulando os alunos a confrontarem ideias. Então pôde-se observar uma certa dificuldade dos estudantes em exporem suas opiniões e assim construir e elaborarem os conceitos estudados, entretanto, alguns alunos demonstraram falta de interesse em resolver as questões que exigiram um confronto de ideias.

A atividade lúdica tinha como proposta a identificação dos aromas via olfação retronal, assim os grupos degustaram diferentes frutas e doces e preencheram um formulário no qual deveriam indicar o aroma identificado, o éster correspondente, a fórmula estrutural e comparar as propriedades físicas (ponto de fusão, polaridade e solubilidade), a Figura 2 apresenta a folha de respostas de um dos grupos.

Segundo Fonseca (2017), a polaridade nos ésteres está relacionada com o tamanho da cadeia carbônica, portanto à medida que a cadeia aumenta mais apolar será a molécula por consequência menor será sua solubilidade em água, em relação ao ponto de ebulação, pode-se dizer que quantidade de átomos de carbonos na cadeia também influência nessa propriedade, de forma geral, quanto maior o tamanho da molécula maior será seu ponto de ebulação.

Ficha de Identificação Jogo sensorial			
Nome do grupo - Laranja			
Nome dos participantes do grupo -			
Aroma	Éster	Fórmula Estrutural	Comparação de Propriedades Físicas
Laranja	Butanoato de metila	$\text{CH}_3-\text{C}(\text{O})-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	(+) ponto de ebulição polar (-) menor solubilidade
Manga	Butanoato de etila	$\text{CH}_3-\text{C}(\text{O})-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	(-) ponto de ebulição polar (+) maior solubilidade
Morango	Butanoato de butila	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}(\text{O})-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	(+) ponto de ebulição polar (-) menor solubilidade
Abacaxi	Butanoato de etila	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}(\text{O})-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	(-) ponto de ebulição polar (+) maior solubilidade
Kiwai	Benzôato de metila		(-) ponto de ebulição polar (+) maior solubilidade
Laranja	Butanoato de etila	$\text{CH}_3-\text{C}(\text{O})-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	(+) ponto de ebulição polar (-) menor solubilidade

Obs.: As comparações de propriedades físicas devem ser feitas entre dois ésteres, segundo a sequência da coluna. Ex.: Não comparar o 1º éster com o 2º, depois o 3º com o 4º e o 5º com o 6º.

Figura 2: Folha de resposta da atividade lúdica

Esse tipo de atividade é importante porque auxilia na aprendizagem saindo de um sistema tradicional passivo de ensino, para uma ação mais ativa dos estudantes, de maneira que sejam protagonistas da sua aprendizagem. Esse tipo de metodologia é um recurso social, uma ferramenta que o professor pode utilizar em sua prática pedagógica, de forma a auxiliar na dinâmica em sala de aula, a ludicidade possibilita ao educando estimular ou revelar aspectos interiores espontâneos e naturais, fundamentais ao desenvolvimento de sua aprendizagem. A ludicidade não se resume apenas a jogos ou brincadeiras, elas englobam muitos outros conceitos, ela propicia momentos de integração e prazer entre os alunos (Encontro de aprendizagem Lúdica, 2016).

Santos (2010), ainda completa essa ideia afirmando que a utilização do lúdico na escola é um recurso muito rico para a busca da valorização das relações, possibilitando o desenvolvimento cultural e também a assimilação de novos conhecimentos, desenvolvendo, assim, a sociabilidade e a criatividade.

O último momento foi destinado a atividade avaliativa final, trazendo todos os aspectos e conceitos estudados durante a pesquisa. O objetivo dessa etapa

foi verificar se a atividade lúdica abordada contribuiu para a aprendizagem das propriedades físicas dos ésteres. Nesse último momento os grupos foram submetidos a resolução de quatro questões, as respostas de cada grupo podem ser verificadas na Tabela 2.

PERGUNTAS	RESPOSTAS
1) Foi possível identificar as frutas e flavorizantes apenas através de seus aromas?	Todos os grupos responderam que sim
2a) Esse tipo de metodologia (atividade lúdica) facilita o entendimento do conteúdo? Explique.	G.1: Sim. Porque nos faz entender na prática como funciona. G.2: Sim, pois através de uma forma lúdica e divertida o aprendizado se torna muito mais fácil. G.3: Sim, pois o aluno presta mais atenção. G.4: Sim. Pois com a prática se aprende mais que a teoria. G.5: Sim. Pois é uma maneira divertida e compreensível sobre o assunto.
2b) Vocês conseguiram associar as suas memórias e conhecimentos sobre as frutas com a atividade lúdica de ésteres abordado? De que forma?	G.1: Sim. Através do conteúdo passado, o que fez entendermos os acontecimentos como quando estamos gripados, no qual não sentimos exatamente o sabor ou aroma dos alimentos. G.2: Sim, através do seu aroma e gosto. G.3: Sim. Com atividades. G.4: Sim. Pelo aroma, gosto e cheiro. G.5: Sim, pelos sabores e aromas detectados, pela forma de ser um assunto complexo acaba facilitando o conhecimento.
3) Quais foram as propriedades físicas estudadas e como pode-se identificar suas influências?	G.1: Polar, apolar, solubilidade, ponto de ebulição. Através do tamanho da cadeia. G.2: Polaridade, ponto de ebulição. As formas estruturais, o cheiro e o gosto. G.3: Propriedades dos ésteres. G.4: Ésteres e flavorizantes. G.5: Ponto de ebulição, polar, apolar. Através da cadeia carbônica.

Tabela 2: Resultados da atividade avaliativa final:

Analizando a pergunta 1 (Tabela 2), foi verificado que todos os grupos conseguiram identificar as frutas pelo seu aroma, segundo Costa et al (2004), a identificação sensorial dos componentes é um instrumento valioso, pois permite a discussão da identificação de um fenômeno químico através do olfato. Vale ressaltar que o grupo seis foi o único que respondeu apenas a primeira questão, as demais foram deixadas em branco.

Na segunda pergunta letra a os alunos disseram que o tipo de metodologia abordada auxiliou na aprendizagem e tornando as aulas mais leves. Já a segunda pergunta letra b todos novamente apresentaram respostas positivas, fazendo paralelos entre o conteúdo abordado e o cotidiano, por exemplo, quando um dos grupos descreve a dificuldade em perceber o gosto e o aroma de alguns alimentos

ao estarem gripados. De acordo com Santos (2011) a utilização de atividade lúdicas tendem a mudar a educação, uma vez que permitem aulas mais criativas e dinâmicas.

E por fim a terceira pergunta foi referente ao conteúdo estudado, dois grupos tangenciaram as respostas falando sobre ésteres e flavorizantes, e de propriedades dos ésteres de forma ampla, sem informar quais foram. Porém os outros três grupos acertaram as respostas falando especificamente quais propriedades físicas foram estudadas e sobre a influência das cadeias carbônicas.

## CONCLUSÃO

No presente trabalho foi proposto ensinar as propriedades físicas dos ésteres através de uma perspectiva sensorial dos aromas, utilizando uma atividade lúdica de percepção de aromas através da degustação de algumas frutas. Foi possível observar que os estudantes conseguiram identificar as frutas pelo seu aroma, além disso, conseguiram assimilar o conteúdo químico abordado, que foram as propriedades físicas dos ésteres.

A percepção dos aromas foi feita através de uma atividade lúdica que tinha como objetivo contribuir para a aprendizagem dos alunos de uma forma divertida e menos tradicional, ao analisar as respostas dos alunos sobre a atividade desenvolvida, foi observado que todos afirmaram que conseguiam se interessar mais pela aula quando era utilizada formas diferentes de ensinar e não apenas a aula expositiva.

## REFERENCIAS

BRASIL, Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+). Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2006.

FELIPE, O. L.; BICAS, J. Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais. **Química Nova na Escola**, v. 39, n. 2, p. 120-130, 2017.

HALL, J. E. **Tratado de Fisiologia Médica**, 13<sup>a</sup> edição, Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

MEDEIROS, C. R. **Otimização da síntese de ésteres usados na indústria de sabores e aromas**. In: Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Departamento de Química, Estágio Supervisionado, 2008.

OLIVEIRA, C. A.; SOUZA, A. C. J.; SANTOS, A. P. B.; SILVA, B. V.; LACHTER, E. R. Síntese de Ésteres de Aromas de Frutas: Um Experimento para Cursos de Graduação dentro de um dos Princípios da Química Verde. **Revista Virtual de Química**, p. 152-167, v. 6, n. 1, 2014.

OLIVEIRA, F. V. **Aromas: contextualizando o ensino de química através do olfato e paladar**. In: Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Química da Vida e Saúde, 2014.

PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. **Química na Abordagem do Cotidiano**. 3<sup>a</sup> edição, São Paulo: Moderna, 2003.

ROLIM, A. A. M.; GUERRA, S. S. F.; TASSIGNY, M. M. Uma leitura de Vygotsky sobre o brincar na aprendizagem e no desenvolvimento infantil. **Revista Humanidades**, v. 23, n. 2, p. 176-180, 2008.

SANTOS, S. C. **A Importância do Lúdico no Processo Ensino e Aprendizagem**, 2010.

SANTOS, S. M. P. **O Brincar na Escola**: Metodologia lúdico-vivencial, coletânea de jogos, brinquedos e dinâmicas, 2<sup>a</sup> edição, Petrópolis- RJ: Editora Vozes, 2011.

SEGANTINI, P., H. **Os jogos Lúdicos no processo de ensino e aprendizagem da matemática**. In: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Especialização em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino, 2013.

TORTORA, G. J.; DERRICKSON, B. **Princípios de Anatomia e Fisiologia**, 14<sup>a</sup> edição, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

WOLKE, R. L.; **O que Einstein disse a seu cozinheiro**: a ciência na cozinha. Rio de Janeiro: Zahar, 2003.

## CONSTRUINDO UMA TABELA PERIÓDICA SOB A PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO INCLUSIVA

**Alexandra Souza de Carvalho**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – IF Baiano – Catu – Bahia

**Geórgia Silva Xavier**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – IF Baiano – Catu – Bahia

**Clecineia Lima Santos**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – IF Baiano – Catu – Bahia

**Geisa Leslie Chagas de Souza**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – IF Baiano – Catu – Bahia

**Aline da Cruz Porto Silva**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – IF Baiano – Catu – Bahia

que, a inclusão não é somente colocar alunos com deficiência com alunos que não possuem deficiência, em uma mesma sala de aula, com o intuito de mantê-los na escola, mas sim, garantir educação de qualidade para todos, atendendo as necessidades específicas de cada aluno. São muitos os desafios que os docentes e estudantes enfrentam no sistema educacional, o mesmo requer uma (re)construção e a superação de várias barreiras. O estudo da tabela periódica envolve conceitos relevantes para a discussão no ensino de química, pois a partir deste os estudantes podem compreender outros conteúdos didáticos envolvendo a disciplina de química. No presente trabalho, confeccionou-se um material didático baseado nos conceitos que envolvem o estudo da tabela periódica utilizando-se materiais alternativos e de baixo custo para suporte pedagógico do professor e auxiliar na compreensão de conteúdos pelos estudantes da educação básica vidente e com deficiência visual diminuindo, desta forma, as dificuldades na aprendizagem no ensino de química.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de química, educação inclusiva, material didático.

BUILDING A PERIODIC TABLE FROM AN

**ABSTRACT:** In the Salamanca Statement (1994) is written that people with special needs must receive the same education without distinction related to their limitations (BRASIL, 1994). In the same line of thought, the Law of Guidelines and Bases for Education - LDB (Law n. 9394/96) ensures everyone the right of studying in the regular teaching system, that is, the Brazilian law allows to all the people with specific needs of learning that study with other students in a regular school. The inclusion of people with special needs in the regular schools in our country is still a recent process since that inclusion does not mean simply put students with special needs and regular students in a same classroom aiming to keep them in the school, but, instead, ensure quality education for all, meeting the specific needs of each student. There are many challenges that teachers and students face in the educational system and this requires a (re)construction and the overcoming of several impediments. The study of the Periodic Table involves relevant concepts to the discussion of chemistry teaching because from that the students can understand other school contents that are related to chemistry. In the present study, it was designed a didactic material based on the concepts that involve the study of the Periodic Table using alternative and low cost materials to offer pedagogical support to the teachers and help the visually impaired and regular students to understand the expected contents for basic education in order to reducing the difficulties in the teaching and learning process of chemistry.

**KEYWORDS:** teaching of Chemistry, inclusive education, pedagogical materials.

### 1 | INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, tem crescido as discussões acerca dos currículos dos cursos de formação inicial, em particular as licenciaturas. As mudanças contemporâneas originadas do desenvolvimento social, político, econômico, ambiental, etc, tem trazido investigações sobre que tipo de formação queremos para esses futuros professores. Outro aspecto importante trata da formação inicial dos professores de Química. A complexidade do processo formativo do professor justificou os momentos de reflexão sobre o uso da experimentação no ensino de Química. A reforma educacional ou, até mesmo, as inovações no campo educacional mostram a necessidade de um novo professor. Um professor com habilidade e conhecimento necessários à sua prática docente, isto é, um professor crítico e reflexivo frente as propostas educacionais e que tenha uma concepção epistemológica clara daquilo que ensina. (BRASIL, 1994). O professor/pesquisador pretendido, em sua formação inicial e em formação continuada, é aquele capaz de refletir a respeito de sua prática de forma crítica, de ver a realidade de sua sala de aula para além do conhecimento na ação e de responder, reflexivamente, aos problemas do dia a dia das aulas. É o professor que explicita suas teorias tácitas, reflete sobre elas e permite que os alunos expressem o seu próprio pensamento e estabeleçam um diálogo reflexivo

recíproco. É o professor/pesquisador que vê a avaliação como parte do processo e ponto de partida para novas atividades e novas tomadas de rumo em seu programa de trabalho (MALDANER, 2003).

As novas diretrizes curriculares Nacionais para a formação inicial e continuada de professores definiram modalidades diversificadas para o exercício da docência na Educação Básica, a saber, Educação Especial, Educação Profissional e Tecnológica, Educação do Campo, dentre outras. Essas diversidades estão articuladas entre a teoria e a prática no processo de formação docente, fundada no domínio dos conhecimentos científicos e didáticos, contemplando a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão (BRASIL, 2015). Novas metodologias de ensino e práticas educativas têm sido desenvolvidas para a complementação dos conteúdos em sala de aula e a melhoria da prática docente, além de auxiliar no processo de ensino e aprendizagem dos alunos da Educação básica. Diferentes modelos vêm sendo utilizados na formação inicial e continuada de professores de química. O chamado modelo da racionalidade prática tem sido amplamente discutido na literatura nacional e internacional sobre formação de professores. Nesse modelo, o professor é concebido como um prático autônomo que reflete, toma decisões e cria na sua ação pedagógica (Santos, 2007 apud Schön, 1995). Os professores encontram dificuldades em utilizar materiais didáticos até mesmo o livro didático, as vezes por falta de experiência em sua prática docente no desenvolvimento desse material ou até mesmo o despreparo na sua formação inicial ou continuada. Faz-se necessário nos cursos de licenciatura em química e cursos de formação continuada a discussão sobre o desenvolvimento de materiais didáticos para aplicação em sala de aula na Educação Básica, melhorando desta forma a aprendizagem dos alunos. Diante desse contexto, sabe-se que com as mudanças sociais, políticas, econômicas, tecnológicas e ambientais que vem ocorrendo, é preciso formar um professor consciente com essas questões para que esse possa em sua prática também formar seus alunos com uma consciência crítica e que consigam resolver os problemas no seu cotidiano dentro da sociedade. A importância do ensino de ciências nas escolas está relacionada com a inserção do indivíduo na sociedade. A busca constante pela melhoria da qualidade de vida tem gerado problemas ambientais, sociais e econômicos, pois há esgotamento de recursos, degradação ambiental e exclusão cultural. Diante desses problemas, seres humanos devem ser capazes de questionar as transformações sociais e tomar decisões, agindo da melhor forma possível em relação às necessidades da sociedade e a exercício da cidadania. A escola tem um papel crucial diante disso, pois o acesso ao conhecimento científico pode inserir o aluno em questões fundamentais que contribuem para o avanço da sociedade (BELTRAMIN, 2010). Segundo Schnetzler, (2004), o ensino atual não tem atendido o objetivo principal de formar cidadãos críticos para a sociedade. Além disso, o professor tem que se deparar com mudanças curriculares e novas diretrizes para a Educação Básica que exigem mudanças comportamentais na sua prática

docente, a discussão acerca da inclusão escolar nas escolas têm proporcionado uma nova concepção de professor. Atualmente as políticas nacionais de inclusão escolar estão baseadas na Lei de Diretrizes e Bases da Educação do Brasil (LDB, Lei 9394/1996) que define Educação especial como à modalidade escolar para educandos “portadores de necessidades especiais”, preferencialmente na rede regular de ensino. Nesse sentido, os representantes do governo evocam a Declaração de Salamanca, documento elaborado por ocasião da Conferência de Salamanca sobre as Necessidades Educativas Especiais, realizada na Espanha em 1994 com a presença de noventa e dois países e vinte e cinco organizações internacionais, entre elas brasileiros, Unesco e Nações Unidas (BRASIL, 1996). O ensino de ciências para deficientes auditivos, por exemplo, é um dos maiores desafios da educação, pois além de ensinar é preciso que o professor desperte a atenção do aluno e encontre uma metodologia que alcance a melhor maneira de auxiliar o educando nos seus estudos (ESTÁCIO E SOUZA, 2015). Partindo do princípio que a educação é um direito de todos, a educação inclusiva é a inserção de alunos com necessidades educacionais especiais no ambiente da escola regular, oferecendo condições para a permanência e acompanhamento especializado desses alunos, e está assegurada na constituição brasileira. Contudo consideramos que a palavra “deficiente” tem significado muito forte, carregado de valores morais, e contrapondo-se muitas vezes a “eficiente” induzindo que a pessoa não é capaz, preguiçosa, incompetente e sem inteligência. No entanto quando passamos a conviver com pessoas que possuem algum tipo de deficiência, verificamos que ela pode ter dificuldades para realizar determinadas tarefas, porém não são incapazes de executá-las (GIL, 2000). Se perguntarmos a um professor que materiais didáticos utiliza em suas aulas de Ciências, as respostas, em sua maioria, farão referência a poucos itens: livro didático, quadro negro, vídeos e alguns outros textos, bem como objetos de ensino. Se a pergunta solicitar que ele explique o objetivo do uso de determinado material, as respostas oscilarão em torno de algo como: “facilitar ou melhorar a aprendizagem do aluno”. Um conceito deve não apenas servir para identificar um material, mas conter elementos que se associem às suas funções básicas. O primeiro aspecto que percebemos nessa busca de um conceito é a diversidade de expressões que, normalmente, estão associadas ao que chamamos aqui de material didático. Além desse termo, encontra-se também material de ensino, recursos ou meios de ensino, recursos didáticos, material ou recurso pedagógico. Em síntese, as palavras meio, recurso, material, auxiliar, combinadas com ensino, didático, instrucional, ensino-aprendizagem, educacional e outros termos, são expressões frequentemente encontradas na literatura educacional (UNESP, 2013). A utilização de recursos didáticos como quadro branco (ou de giz) e pincéis, data show, jogos, passeios para pesquisa de campo e assim por diante, faz parte do processo de ensino e aprendizagem que é importante para que o aluno assimile o conteúdo trabalhado, desenvolvendo sua criatividade, coordenação motora e habilidade ao manusear objetivos diversos que poderão ser usados pelo

professor na aplicação de suas aulas, servindo como mediadores nesse processo (SOUZA, 2007). Nessa perspectiva, convém analisar os recursos usados nos processos de ensino-aprendizagem, devendo ser adaptáveis, contextualizando o ensino de Química, levando em conta que nem sempre tais recursos são totalmente adequados para determinadas situações de ensino (CUNHA ET AL., 2015).

## 2 | METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado pelos discentes do Instituto Federal Baiano, Campus Catu, cursando o 5º semestre do curso de licenciatura em química que estavam matriculados na disciplina Práticas Pedagógicas IV: Experimentação e o ensino de Ciências. Após as discussões teóricas e epistemológicas com ênfase na experimentação e a prática docente, além de debates com abordagem sobre a elaboração de material didático dentro da perspectiva da Educação Inclusiva, o professor da disciplina e os discentes organizaram o I Seminário da Licenciatura em Química sob a perspectiva da Educação Inclusiva. Elaborou-se e confeccionou-se um recurso didático para o ensino de química. O tema abordou a discussão de conceitos sobre o conteúdo da Tabela Periódica. O recurso foi adaptado utilizando-se materiais alternativos e de baixo custo. A Tabela Periódica sob a perspectiva da educação inclusiva foi construída baseando-se em outro modelo de tabela encontrada no livro: Química na Abordagem do Cotidiano de Francisco e Eduardo (Tito e Canto) volume 1, páginas 134 a 136, os autores fazem uma referência do elemento químico com objetos do cotidiano. Inicialmente, pensou-se em construir a Tabela Periódica sobre uma folha de papelão forrado com emborrachado (EVA) e os objetos do cotidiano seriam dispostos em alto-relevo utilizando-se diferentes texturas (grãos, barbantes e tinta Puff 3D), porém a ideia não foi satisfatória, pois o material não teria uma longa durabilidade. A Tabela Periódica final foi confeccionada de material de fibra de média densidade (MDF) forrada com velcro, contendo as seguintes medidas: 2,70 m de comprimento, 1 metro de largura e 6 milímetros de espessura, essa fibra foi dividida em três partes iguais, onde cada intervalo teve uma dobradiça permitindo que a tabela fosse aberta ou fechada quando necessário (Figura 1). Além disso, a tabela foi adaptada para um estudante deficiente visual. Algumas informações foram colocadas em braile, tais como; título da tabela, o número atômico de cada elemento químico, o nome do elemento químico e o nome do objeto. Foram colocados também os materiais do cotidiano relacionados com seus respectivos elementos químicos. Para realizarmos o processo de validação da Tabela Periódica construída, optamos em convidar um deficiente visual estudante do CEEP Pedro Ribeiro Pessoa na cidade de Catu-BA para realizar a avaliação do recurso. Após a validação do recurso didático, apresentou-se o trabalho no I Seminário da Licenciatura em Química sob a perspectiva da Educação Inclusiva e o mesmo foi avaliado por docentes da área.



Figura 1. Recurso Didático – Tabela Periódica adaptada para alunos cegos. Fonte: próprio autor

### 3 | RESULTADOS OBTIDOS

Este trabalho foi desenvolvido para aproximar o conhecimento científico dos estudantes videntes e deficientes visuais facilitando a compreensão dos signos e conceitos sobre as propriedades dos elementos químicos da tabela periódica. Sugere-se que os docentes utilizem o material didático confeccionado como um instrumento de ensino e aprendizagem na disciplina de química. O recurso didático foi sendo construído e validado gradativamente por um estudante cego contribuindo para o processo de ensino na perspectiva da Educação Inclusiva.

### REFERÊNCIAS

BELTRAMIN, Franciane; GÓIS, Jackson. **Materiais didáticos para alunos cegos e surdos no ensino de química**. Paraná. SBQ, 2010.12p.

BRASIL. Lei n.º 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Diário Oficial [da] União, Brasília, DF, 1996. Seção 1.

BRASIL. Portaria n.º 1.793, de dezembro de 1994. Ministério da Educação e do Desporto. Brasília, DF: MEC: SEPESPE, 1994. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/port1793.pdf>>. Acesso em: 2017.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional de Educação/Conselho Pleno. Resolução CNE/CP nº 02/2015, de 01/07/2015. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada.

CARVALHO, A.S., SILVA, H.C., MELO, J.C., SANTANA, D.A.S. **A concepção da experimentação no ensino de ciências: uma proposta para a educação científica na formação de professores. Educação científica e popularização das ciências: práticas multirreferenciais**. Alexandra Souza de Carvalho, Marcelo Souza Oliveira (org.) - Salvador : Edufba, 212Pp., 2016.

ESTÁCIO, J.S.; SOUZA, J.R.T. **Dificuldades e instrumentos didáticos facilitadores no ensino de química para alunos deficientes auditivos**. 14º Encontro de Profissionais da Química da Amazônia, 2015.

FREITAS, O. **Os Equipamentos e materiais didáticos**. Brasília: Universidade de Brasília, 2009. Centro de Educação a Distância. Disponível: Acesso em: 10 mar. 2017.

GIL, M. (org). **Deficiência visual**. Brasília: MEC. Secretaria de Educação e distância, 2000.

GIORDAN, M. **O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências**. Química Nova na Escola, São Paulo, n. 10, nov. 1999.

GONÇALVES, F. P. et al. **Histórias de alunos sobre ser professor de Química: descortinando a ação pedagógica docente**. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru, Atas...Bauru: UNESP, 2005.

CUNHA, F.S., OLIVEIRA, S.K.G., ALVES, J.P.D., RIBEIRO, M.E.N.P. **Produção de material didático em ensino de química no brasil: um estudo a partir da análise das linhas de pesquisa** Capes e CNPq. HOLOS, Ano 31, Vol. 3, 2015.

LABURÚ, C. E. SALVADEGO, W. N. C. **Professor das Ciências Naturais e a prática de atividades experimentais no ensino médio: uma análise segundo Charlot...** Londrina: Eduel, 2011.

MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de Química: professores/pesquisadores**. Ijuí, RS: Ed. Unijuí, 2003.

SANTOS, F.M.T. **Unidades Temáticas - produção de material didático por professores em formação inicial**. Experiências em Ensino de Ciências – V2(1), pp. 01-11, 2007.

SCHNETZLER, R.P. **A pesquisa no ensino de química e a importância da Química Nova na Escola**. v. 20, p. 49-53, 2004.

SANTOS, E. S.; HENRIQUE, H. C. R.; FERNANDES, A. M.; SILVA, R. M. G. **Produção e Desenvolvimento de Materiais Didáticos Digitais para o Ensino de Química: Uma perspectiva formativa**. XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ), Brasília- DF, 2010.

SOUZA, S. E. **O uso de recursos didáticos no ensino escolar**. In: I ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO, IV JORNADA DE PRÁTICA DE ENSINO, XIII SEMANA DE PEDAGOGIA DA UEM: “INFANCIA E PRATICAS EDUCATIVAS”. Maringá, PR, 2007. Disponível em:. Acesso em: 10 mar. 2017.

UNESP. **Material Didático no Ensino de Ciências**. 2013.

## A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS BÁSICOS DE QUÍMICA ATRAVÉS DO USO DE IMAGENS NO ENSINO PARA ALUNOS COM SÍNDROME DE DOWN

**Thiago Perini**

Universidade Federal do Espírito Santo  
Espírito Santo

**Débora Lázara Rosa**

Universidade Federal do Espírito Santo

aprendizagem, é diretamente proporcional aos métodos de ensino que se adequam a necessidades de aprendizagem desses alunos. Segundo Leal (2009)

“[...] opções metodológicas favorecem a aprendizagem ao mesmo tempo em que desenvolvem habilidades e competências desejáveis para o exercício pleno da cidadania de estudantes e professores”.

A adequação do conteúdo de maneira que o aluno auxilie o aluno na construção de conhecimentos e associações dos conteúdos químicos com sua realidade, independentemente de sua peculiaridade cognitiva, é de extra importância. Maldaner (2000), afirma que são necessárias mudanças principalmente na abordagem dos conteúdos de química estabelecendo uma relação de proximidade entre os saberes escolares e seu entorno social.

É cada vez mais comum a presença nas salas de aula, de alunos com alguma deficiência que possuem algum tipo de necessidade especial de aprendizagem, pois segundo o Censo Escolar,

**RESUMO:** Acreditando que para um ensino de química com mais qualidade para alunos com deficiência, dispor de métodos alternativos para facilitar a sedimentação de conceitos básicos de química e reverberando a capacidade que cada ser humano tem de aprender, o presente trabalho traz uma proposta de aula inclusiva para alunos com Síndrome de Down (SD), com a utilização de imagens.

**ABSTRACT:** Believing that for a higher quality chemistry teaching for students with disabilities, having alternative methods to facilitate the sedimentation of basic chemistry concepts and reverberating the capacity of each human being to learn, the present work brings an inclusive class proposal for students with Down Syndrome using images.

### 1 | INTRODUÇÃO

A eficiência do ensino de química para alunos com necessidades especiais de

“[...] em 2014 698 mil estudantes especiais estavam matriculados em classes comuns. Percentual sobe para 93% em escolas públicas.” Nesses dados estão incluídos alunos com de Síndrome de Down.

A respeito dos alunos com SD Escamilla (1998) afirma que

“[...] a memória visual de crianças com SD desenvolve-se mais rápido que a auditiva devido à maior quantidade de estímulos, ela assim adquire uma boa memória sensorial.”

Assim, foi elaborada uma metodologia de ensino a fim de mediar junto a alunos com Síndrome de Down de forma contextualizada, conceitos iniciais sobre o ensino de Química em uma escola pública no município de São Mateus/ES.

## 2 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A aplicação da metodologia de ensino através do uso de imagens para alunos com SD, foi realizada em duas aulas de cinquenta e cinco minutos cada. Na primeira foi aplicado um teste de conhecimentos prévios a alunos de uma turma do 1º ano e uma turma do 3º ano do ensino médio em que os alunos com SD frequentam. Foi apresentado a turma quatorze figuras enumeradas, e solicitado aos alunos que escolhessem um total de três figuras, eles anotariam o número referente a figura apresentada e indicaria o que era um átomo, uma molécula e uma reação (Imagen 1). A segunda aula foi elaborada contendo slides que apresentavam imagens, correlacionando o conceito de átomo, molécula e reação, no teste de conhecimentos prévios foi constado que os alunos com SD tinham dificuldades para identificar um átomo, molécula e reação química. As duas aulas foram aplicas na sala regular de ensino.

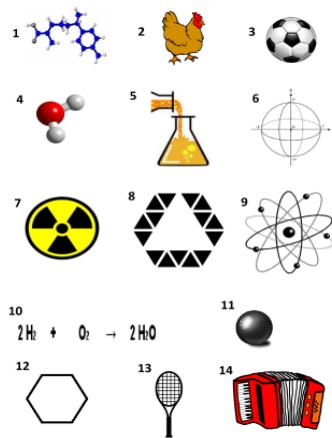


Imagen 1 – Teste de conhecimentos prévios

Foi realizada na sala de recursos da escola com os alunos com SD uma abordagem para averiguar o que eles aprenderam, utilizando a mesma imagem do teste de conhecimentos prévios e solicitado, para marcarem as figuras que representavam o átomo, molécula e reação. Os dois alunos não tiveram dificuldades

para identificar o átomo e a molécula, e com orientação identificaram a reação. Utilizando um kit molecular, foi separado duas bolinhas brancas, e duas bolinhas vermelhas e solicitado ao aluno para unir as bolinhas, em seguida foi riscado na mesa o sinal de mais e a seta de indicação do sentido de formação dos produtos. Foi explicado para os alunos que as bolinhas eram representações dos átomos e perguntado se existia alguma diferença entre as bolinhas, eles não conseguiram perceber, então perguntei se elas eram do mesmo tamanho, e eles confirmaram que era de tamanhos diferentes (Imagem 2 e 3). Foi explicado que assim também era com os átomos, que átomos diferentes possuem tamanhos diferentes.



Imagen 2



Imagen 3

### 3 | CONCLUSÃO

Tendo em foco que os alunos portadores de SD possuem uma memória visual mais desenvolvida. Explorar as potencialidades do educando através de metodologias de ensino a fim de promover uma interação efetiva entre o educando e o conhecimento a ser construído como forma de diferenciar a atuação docente, potencialmente promovem um ensino de qualidade

### REFERÊNCIAS

ESCAMILLA, S. G. **El niño con Síndrome del Down**. México: Diana, 1998.

LEAL, M. C. Didática da Química-Fundamentos e práticas para o Ensino Médio. Belo Horizonte. Dimensão: 2009, 120p.

MALDANER, Otavio Aloisio. **A formação inicial e continuada de professores de química:**

**professores/pesquisadores.** Ed Ijuí. Unijuí, 2000. (Coleção Educação em Química).

**PORTAL BRASIL: Dados do Censo Escolar indicam aumento da matrícula de alunos com deficiência.** Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/educacao>> Acesso em: 11 abr 2016.

## A OPINIÃO DE SURDOS E OUVINTES SOBRE O SEU PROCESSO DE APRENDIZAGEM EM AULAS DE QUÍMICA: UMA ANÁLISE PROVENIENTE DE QUESTIONÁRIOS

**Ivoni Freitas-Reis**

Universidade Federal de Juiz de Fora,  
Departamento de Química  
Juiz de Fora – Minas Gerais

**Jomara Mendes Fernandes**

Universidade Federal de Juiz de Fora,  
Departamento de Química  
Juiz de Fora – Minas Gerais

**PALAVRAS-CHAVE:** Inclusão; Educação Especial; Ensino de Química.

THE OPINION OF DEAF AND HEARING PEOPLE ABOUT THEIR LEARNING PROCESS IN CHEMISTRY CLASSES: AN ANALYSIS FROM QUESTIONNAIRES

**ABSTRACT:** The right to education and access for all to school is a relatively recent concern and is gaining more and more space within educational research. To value a quality education for the student who has some special educational need is a duty that falls mainly on the teacher's performance. Given this, it is important to know the opinion of different students regarding their teaching and learning process. In this research, we seek to make a comparative analysis of school performance and the perspective that deaf and hearing students have regarding chemical discipline. Through a semi-structured questionnaire, we surveyed what these students consider essential or not, during classes of this content to facilitate their learning, as well as their view of the presence and application of chemistry in daily life.

**KEYWORDS:** Inclusion; Special education; Chemistry teaching.

**RESUMO:** O direito à educação e ao acesso de todos à escola é uma preocupação relativamente recente e que vem ganhando cada vez mais espaço dentro de pesquisas educacionais. Prezar por uma educação de qualidade para o aluno que possui alguma necessidade educacional especial é um dever que recai, sobretudo, na atuação do professor. Diante disso, mostra-se importante conhecer a opinião dos diferentes alunos quanto ao seu processo de ensino e aprendizagem. Na presente pesquisa, buscamos fazer uma análise comparativa do desempenho escolar e da perspectiva que alunos surdos e ouvintes possuem quanto à disciplina química. Através de um questionário semiestruturado, sondamos o que esses alunos julgam como essencial, ou não, durante aulas desse conteúdo para facilitar suas aprendizagens, bem como a visão que esses possuem quanto à presença e a aplicação da química no cotidiano.

## 1 | INTRODUÇÃO

O processo de ensino e aprendizagem de química em sala de aula, muitas vezes, segue o modelo tradicional, caracterizado pela memorização de inúmeras fórmulas, desvinculado com o contexto cotidiano do aluno. Mas, por que se mostra tão complexo a construção do saber químico em sala de aula? Porque esta é uma ciência que exige muita abstração. Exige que imaginemos o que não podemos ver. Que elaboremos modelos mentais para explicar teorias, o comportamento da matéria, explicar o que ocorre em nível submicroscópico (JUSTI e GILBERT, 2002).

O grande obstáculo parece estar justamente nesse ponto: vencer em nossos alunos a barreira da abstração. Segundo Hodson (1982), a natureza das ciências pressupõe um conjunto de conhecimentos únicos, dotados de uma linguagem simbólica, social e historicamente construída. Então, aprender ciências é ser alfabetizado nessa linguagem.

Porém, os estudantes, que no referido processo de ensino aprendizagem são tratados como “elementos passivos”, assimilam o que lhes é transmitido e são avaliados posteriormente com ênfase em sua capacidade de memorização e reprodução do conteúdo. Assim, como apontam Brito et al. (2010), tanto para estudantes surdos como também para ouvintes, os métodos de ensino e de avaliação que têm sido empregados em aulas de química se mostram inconvenientes e inefficientes no que tange à alfabetização científica.

Hoje muito se fala com respeito à educação para todos e a necessidade de repensar o currículo escolar a fim de que este realmente atenda aos requisitos da educação inclusiva. Mas, preocupar-se com a inclusão, em todos os seus aspectos e lugares dentro da sociedade, é uma atitude recente. Foi principalmente a partir da Declaração de Salamanca (um ofício resultante da Conferência Mundial de Educação Especial em 1994), que o Brasil, a exemplo dos demais signatários, começou a implantar políticas de inclusão no ensino regular.

Assim, a integração de alunos com deficiência em sala de aula é um passo fundamental e importante voltado para a socialização. Porém, muito mais que apenas oferecer o acesso físico a uma escola, a verdadeira inclusão exige preparo de professores, elaboração de materiais e métodos de ensino, para trabalhar com a diversidade. Hoje, a heterogeneidade de uma sala de aula, não mais pode ser uma surpresa para o professor. Este precisa saber atuar desenvolvendo um trabalho responsável junto a seus diferentes alunos.

Quanto aos alunos surdos, sabemos que esses têm os mesmos direitos daqueles que são ouvintes e precisam também alcançar níveis consideráveis de compreensão científica para poder exercer a sua cidadania de forma reflexiva em um mundo cada vez mais envolvido com questões científicas e tecnológicas.

Para Ferreira et al. (2014), as principais barreiras que se enfrenta no processo de ensino e aprendizagem de química para alunos surdos incluídos em salas regulares,

se deve sobretudo a fatores tais como: o desconhecimento das peculiaridades da aprendizagem do aluno surdo por parte do professor; a insipiência de estratégias didáticas pautadas no uso de recursos visuais, que visam facilitar a aprendizagem desse aluno; na frágil, ou muitas vezes, inexistente interação professor-intérprete no trabalho em sala de aula; e na carência de terminologias químicas em libras, que compromete diretamente a construção da aprendizagem.

A construção dos conceitos científicos se dá por intermédio da mediação de membros mais experientes da comunidade científica: no caso, o professor de química (DRIVER, et al., 1999). Se o aluno surdo tem sua relação restrita ao intérprete, o aprendizado dos conceitos científicos fica prejudicado, já que o intérprete não domina esses conhecimentos.

Se a iniciação ao ensino de química já apresenta muitas dificuldades quando trabalhamos com alunos ouvintes, com surdos os problemas são ainda mais desafiadores. O fato desses alunos não conseguirem obter, em mesma velocidade, os mesmos resultados de aprendizagem dos alunos ouvintes não indica que eles são menos capazes, mostra somente que a educação centrada na oralização limita a possibilidade de aquisição desses novos conhecimentos (GÓES, 1996). Principalmente no ensino de química, já que se trata de uma disciplina que utiliza diversos conceitos simbólicos na tentativa de explicar diferentes fenômenos.

De acordo com Vygotsky (2001) é por meio da relação dialógica entre professor-aluno-conhecimento e da aquisição do sistema conceitual de signos e de significados que conseguimos internalizar conceitos abstratos. Os alunos surdos demonstram grande dificuldade em compreender conceitos científicos, devido à ausência de alguns saberes que deveriam ser previamente adquiridos, uma vez que o pensamento abstrato e a generalização são funções mentais diretamente dependentes da linguagem.

O aluno surdo que não aprendeu uma língua, ou aprendeu tarde, portanto, sua formação prévia é deficitária e mostra-se como mais um empecilho para a sua aprendizagem. Este fator limita diretamente o acesso do aluno surdo aos saberes científicos, pois é por intermédio dos conceitos espontâneos que o aluno terá condições de se apropriar e formar os conceitos científicos (VYGOTSKY, 2001). Os conceitos espontâneos, que estão associados aos objetos concretos do mundo, formam uma base para os conceitos científicos que, quando dominados pelo estudante iniciam um processo de transformação, que os leva para níveis de compreensão mais elevados.

Uma escola que inclui alunos surdos precisa compreender a surdez em seu sentido mais amplo, o que equivale a conhecer o caráter visual desses sujeitos e sua cultura. Entender que este não é incapaz, mas sim diferente, considerando que entende, percebe e interpreta o mundo com os olhos (GOMES, SOUZA e SOARES, 2015). Para Perlin e Strobel (2006), a educação para surdos deve basear-se na pedagogia surda, pedagogia que se ergue sob os pilares da visualidade, onde é

destacada a diferença linguística, cultural e política em que esses sujeitos estão imersos. É através da experiência visual que ocorre a interação entre o indivíduo surdo e o meio que o cerca (CAMPOLLO, 2007).

Assim, o chamado letramento visual se mostra indispensável na educação desses sujeitos e ainda pode auxiliar o indivíduo a ser mais crítico e ampliar o seu limite e abrangência de suas leituras na sociedade (DIONYSIO, 2014, p. 22). Nesse sentido, Campello (2007) destaca que na sociedade atual a imagem para a aquisição do conhecimento assume um papel tão importante quanto o dos discursos verbais, e esse papel é de igual modo importante dentro da escola. Sobretudo no que tange ao ensino de química, a utilização de imagens deve ser uma ferramenta a ser explorada, uma vez que colaboram na construção de um repertório de imagens mentais. (GOMES, AGUIAR e ARAUJO NETO, 2013).

Diante disso, explorar o visual, além de ser essencial na educação de surdos, se mostra também essencial na retenção da aprendizagem do ouvinte. Em um estudo referência sobre retenção de aprendizagem, Ferreira e Silva Júnior (1975) apontam que quanto maior o número de sentidos explorados nos alunos, melhor será a retenção da aprendizagem por parte do discente. Os autores ainda apontam a visão como a maior responsável de tudo aquilo que retemos.

Buscando sondar os diferentes apontamentos que alunos surdos e ouvintes - estudantes do Ensino Médio da rede estadual da cidade de Juiz de Fora (MG) -, revelam quanto ao processo de aprendizagem em química, esse trabalho faz uma análise das respostas desses estudantes a um questionário semiestruturado. A partir das respostas provenientes desses questionários, foi possível conhecer quais são os conteúdos químicos que esses estudantes consideram mais difíceis para aprender, através delas pudemos também atentar para o que estes alunos mais gostam e o que menos gostam na didática de sala de aula, e também abriu espaço para que esses estudantes relatassem momentos de (in)sucessos na aprendizagem, dentre outras questões.

## 2 | METODOLOGIA

O presente trabalho é um recorte dos resultados de uma pesquisa de mestrado, onde inicialmente intencionava-se eleger um conteúdo químico para a construção de estratégias de ensino com vistas no aluno surdo incluído. Para selecionarmos esse conteúdo, realizamos um levantamento de dados aplicando aos nossos sujeitos da pesquisa (alunos surdos e ouvintes) um questionário semiestruturado (Apêndice A). Porém, para além dos conteúdos químicos, os questionários nos permitiram conhecer outras informações relevantes. É importante ressaltar que, na ocasião da aplicação dos questionários para os alunos surdos, cada uma das questões foi explicada em Libras pelo intérprete do aluno.

Escolhemos para a coleta dos dados as escolas estaduais da região urbana de Juiz de Fora (MG) que possuíam em suas respectivas salas de aula alunos com surdez. A escolha do município foi devida ao grande número de deficientes auditivos e surdos em Juiz de Fora relatados pelo senso do IBGE (2010) - 643 pessoas não conseguem ouvir de modo algum e 5293 pessoas possuem grande dificuldade para ouvir -, bem como devida à praticidade de coleta de dados e acompanhamento da pesquisa *in loco*. Foram escolhidas as escolas estaduais da zona urbana, pois nessa cidade são elas que atendem a estudantes surdos no ensino médio.

O questionário semiestruturado foi escolhido para o levantamento dos dados porque, segundo Manzini (2003), este permite a coleta de informações por meio da elaboração de um roteiro com perguntas que atinjam diretamente os objetivos pretendidos, além de possibilitar que o pesquisador se organize para um processo de interação com o colaborador por meio de questões não condicionadas a uma padronização de alternativas.

Para a análise das respostas provenientes dos questionários, a metodologia escolhida foi a Análise de Conteúdo para a categorização e o tratamento dos dados. Essa abordagem metodológica entra como uma fundamental técnica para auxiliar no exame de dados qualitativos, sendo definida por Bardin (2011) como um método de pesquisa utilizada para descrever e interpretar conteúdos de documentos e textos, auxiliando na reinterpretação das mensagens e na compreensão de seus significados.

A aplicação dos questionários abrangeu apenas as salas de aula que possuíam alunos surdos matriculados no Ensino Médio, alcançamos no total: sete escolas, oito turmas, 170 alunos ouvintes e 11 alunos surdos que eram acompanhados por intérpretes.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira pergunta do questionário se referia à faixa etária dos estudantes. Esse dado é relevante na medida em que fornece informações sobre se os sujeitos encontram-se em idade regular de ensino, uma vez que este fator se relaciona diretamente com outros indicadores importantes como aprovação, reprovação e abandono, podendo contribuir significativamente para análise dos resultados (RUMBERGER e LIMA, 2008).

Ao analisarmos a quantidade de alunos por idade, percebemos que os ouvintes se encontram melhor enquadrados na idade regular para alunos que cursam, sobretudo, o 1º ano do Ensino Médio - que é a maioria, pois participaram da aplicação dos questionários quatro turmas de 1º ano, duas turmas de 2º ano e duas de 3º ano. Consideramos aqui idade regular aquela estabelecida através da LDB de 1996, onde são previstas as idades: 15-16 anos no 1º ano; 16-17 anos no 2º ano; 17-18 anos

no 3º ano.

Separando os dados por idade/série provenientes apenas dos alunos surdos, temos a relação da Tabela 01. Fica evidente que é mais comum encontrar nas escolas surdos fora da idade regular, se comparado aos demais alunos ouvintes. Esta realidade é um reflexo da limitação que ainda existe do acesso ao conhecimento e seus benefícios, revelando que estes não estão disponíveis, na mesma medida, a todos os indivíduos da sociedade. Sobre o fato, Souza e Silveira (2011) explicam que as pessoas surdas, devido às tantas barreiras, enfrentam dificuldades em participar do meio escolar e acabam desistindo de dar continuidade aos seus estudos.

	15 anos	17 anos	18 anos	+ 18 anos
1º ano	1 aluno	1 aluno	-	2 alunos
2º ano	-	2 alunos	-	-
3º ano	-	2 alunos	1 aluno	2 alunos

Tabela 01: Alunos surdos organizados por série e idade.

A questão número dois buscava identificar os alunos que possuíam algum tipo de surdez, bem como interessava-se em saber se eles usavam implante coclear – aparelho auditivo – ou não, para comunicação. Todos os 11 surdos participantes assinalaram não usar aparelhos e se comunicar através da Língua Brasileira de Sinais (Libras), embora alguns não possuíssem uma fluência satisfatória.

As perguntas três e quatro do questionário tinham como objetivo sondar, respectivamente, se esses alunos reconheciam a importância de estudar química e onde estes enxergavam/aplicavam os conhecimentos químicos em seu dia a dia. Com essas perguntas, nosso anseio era saber se estudar química era pouco ou muito significativo para esses alunos e o grau de apreciação destes por essa disciplina.

Diante dos dados obtidos verificou-se que 87,6% dos ouvintes e oito surdos consideram importante estudar química. Apesar do grande número dos que assim consideram, estudos apontam que é comum nos depararmos com questionamentos por parte dos alunos acerca do motivo pelo qual estudam química, visto que eles não conseguem perceber este conhecimento como necessário no dia a dia ou em sua futura profissão (CARDOSO e COLINVAUX, 2000). Não reconhecer a importância do estudo da química pode resultar em desmotivação e desinteresse, o que afeta diretamente o processo de ensino-aprendizado dessa disciplina.

Apesar de todo o significativo contingente de alunos que reconhecem a importância de estudar química, o quadro se inverte ao questionarmos, na questão quatro, se os conhecimentos adquiridos em química são utilizados para interpretar ou resolver uma situação prática no dia a dia. Referente a este item e, apenas ao grupo de ouvintes, encontramos as seguintes categorias de respostas:

I- Respondeu negativamente	127 (74,7%)
II- Respondeu positivamente	43 (25,3%)
III- Respondeu positivamente e relacionou ao dia a dia	36 (21%)

Tabela 02: Categorias de respostas dos alunos ouvintes à questão 04

Nota-se que 74,7% dos alunos não conseguem relacionar os conhecimentos químicos estudados a uma aplicação, no sentido de resolver, interpretar ou compreender uma situação prática que envolva saberes químicos em seu dia a dia. Este dado demonstra que a química ensinada nessas escolas não está possibilitando ao aluno o desenvolvimento de uma visão crítica do mundo que o cerca, visão esta que edifica a capacidade de analisar, compreender e utilizar este conhecimento no cotidiano.

Já quanto aos alunos surdos, de um total de 11 indivíduos, oito afirmaram conseguir utilizar seus conhecimentos no dia a dia, conforme explicitado na Tabela 03. Porém, ao ser solicitado um exemplo, apenas a metade deste grupo conseguiu se pronunciar. Os demais surdos responderam negativamente.

I- Respondeu negativamente	3 (27,3%)
II- Respondeu positivamente	8 (72,7%)
III- Respondeu positivamente e relacionou ao dia a dia	4 (36,4%)

Tabela 03: Categorias de respostas dos alunos surdos à questão 04.

Quanto aos exemplos que relacionam a química ao dia a dia, foi possível perceber a presença de respostas em comum nos dois grupos de alunos. Essas respostas foram categorizadas e sistematizadas na Figura 01.

Nos exemplos citados por alguns dos estudantes, percebe-se que estes relacionam o emprego dos conhecimentos químicos principalmente para interpretar situações caseiras ou no uso de produtos químicos. As categorias parecem remeter mais para influências sociais que escolares, uma vez que nenhum dos alunos relacionou a química à constituição da matéria e a sua transformação, e sim a fatores tais como combustão, mudança de estado físico, agrotóxico em alimentos, produtos de limpeza e rótulos.

Sobre essas influências, Solomon (1983) revela existir dois domínios do conhecimento, um proveniente das relações sociais e veiculado em todo o corpo social, e outro relacionado aos conhecimentos escolares. Por vivermos em sociedade, adquirimos um conhecimento que se torna cada vez mais estruturado, por estarmos continuamente discutindo e elaborando nossos pensamentos e ideias com outros.



Figura 01: As categorias e a frequência com que cada uma apareceu nas respostas dos alunos surdos e ouvintes.

Por outro lado, o contexto escolar muitas vezes não possibilita uma maior discussão entre os alunos acerca dos conhecimentos advindos das disciplinas, tanto por limitação de tempo quanto por inadequação das práticas pedagógicas. Assim, o cotidiano perde a ligação que deveria ter com as disciplinas escolares, passando a existir para o aluno duas realidades diferentes: a matéria estudada e a não visualização da mesma em sua vida.

Na questão número cinco foi solicitado aos alunos que assinalassem três conteúdos de química que consideravam mais difíceis de serem aprendidos. A figura 02 revela os conteúdos mais assinalados pelos estudantes surdos e ouvintes.

Através dos questionários era possível identificar a resposta dos alunos quanto à série e conteúdo assinalado, uma vez que no próprio questionário constava o ano do Ensino Médio no qual o aluno se encontrava. Como demonstra o gráfico da Figura 02, os conteúdos de balanceamento de equações (47,6% dos 170 alunos ouvintes e oito dos 11 alunos surdos) e estequiometria (50,6% dos 170 alunos ouvintes e três dos 11 alunos surdos) foram os mais assinalados. Também aparecem com frequência considerável nas respostas os conteúdos de ligações químicas e funções e reações orgânicas.

Para Júnior (2012), muitos alunos possuem dificuldades para balancear corretamente uma reação química porque existe uma barreira com relação ao reconhecimento das entidades que se transformam e as que permanecem constantes numa dada reação.

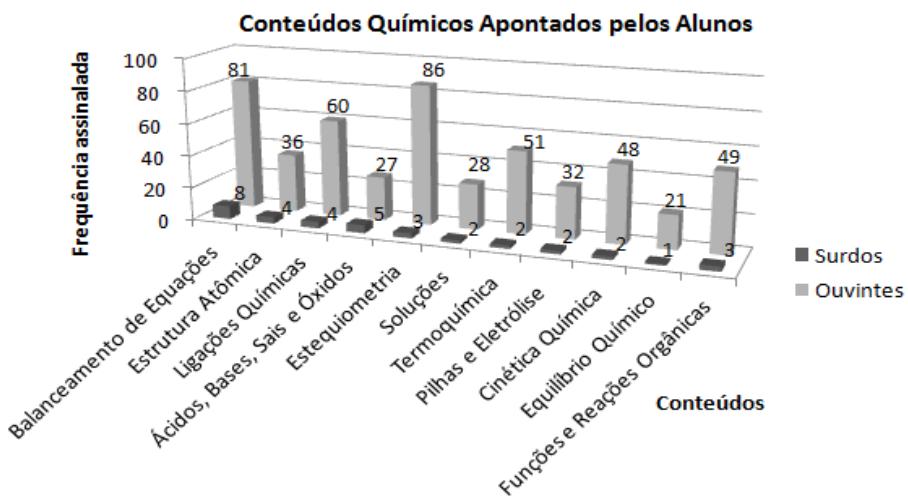


Figura 02: Os conteúdos e as frequências com que estes foram assinalados pelos alunos surdos e ouvintes como os de maior dificuldade para o aprendizado.

Esse fato está diretamente associado às dificuldades dos alunos na interpretação da estequiometria das reações químicas. Segundo Mortimer e Miranda (1995), a dificuldade em perceber que as mudanças observadas nas transformações químicas são consequências de rearranjo dos átomos leva os estudantes a não usarem o raciocínio de conservação da massa. E este é o aspecto fundamental para o entendimento do balanceamento de equações químicas e das relações estequiométricas das reações.

Buscar entender por que razão certos conceitos são de difícil compreensão e quais são as principais dificuldades para aprender química é de grande valia para a idealização de instrumentos e estratégias para o ensino. Nesse sentido, a questão número seis procurou averiguar quais são as principais dificuldades que os alunos apontam para aprender química. A Tabela 04 expõe os resultados.

Principal Dificuldade	Surdos	%	Ouvintes	%
Cálculos matemáticos	3	27,3	68	40
Linguagem e metodologia na sala de aula	5	45,4	35	20,6
Falta de terminologias químicas em Libras	5	45,4	-	-
Falta de aulas com experimentos	3	27,3	59	34,7
Falta de recursos audiovisuais	3	27,3	5	2,9
Não associa à realidade cotidiana	-	-	17	10
Não entende o que ocorre nas reações	2	18,1	29	17
Outras	-	-	-	-
Total	11	100	170	100

Tabela 04: Apontamento dos fatores que dificultam o aprendizado em química na concepção de alunos surdos e ouvintes.

A falta de base matemática destaca-se como um grande obstáculo na aprendizagem de química. Uma possível justificativa que elege essa categoria

como uma das mais votadas é a ênfase, normalmente dada pelos professores, ao tratamento algébrico excessivo. A matemática, sem dúvidas, é uma importante ferramenta que auxilia na compreensão da química, bem como na solução de problemas práticos do cotidiano. Porém, um ensino centrado no uso de fórmulas e cálculos, assim como memorização excessiva, contribui para o surgimento de dificuldades de aprendizagem e desmotivação dos estudantes.

Os alunos apontaram também que a linguagem e metodologia na sala de aula são fatores diretamente ligados ao aprendizado. Esse comprometimento muitas vezes está associado ao modelo de ensino, concebido por alguns professores, de transmissão de conhecimento através de aulas tradicionalmente expositivas, onde o conteúdo químico é apenas transmitido e não construído com o aluno.

Percebe-se que os alunos também alegam desejo e necessidade de participarem de aulas com experimentos. A experimentação no ensino, quando trabalhada priorizando a investigação, dinamiza a aula, favorece a troca de informações entre os alunos e professor e ainda trabalha a cooperação entre os indivíduos. Para Silva et al. (2010) os jovens possuem interesse em aulas experimentais porque isso permite maior movimentação e flexibilização do ritmo de uma aula, além de facilitar a compreensão dos conteúdos, pois os alunos concretizam as formulações teóricas.

Por isso mesmo é que existe um apelo muito grande de toda a comunidade de educadores e formadores de professores quanto ao uso de diferentes estratégias de ensino. Estratégias tais que levem em consideração a diversidade de potencialidades de aprendizagem dos diferentes alunos. Para tanto, recomenda-se a utilização de experimentos, uso de imagens, elaboração de modelos, uso de mídias digitais, analogias, enfim, várias estratégias de ensino são melhores que uma e alcançam um número maior de alunos (GOMES, SOUZA e SOARES, 2015).

Em concordância com a alegação dos estudantes surdos de que a falta de terminologias químicas em Libras compromete a aprendizagem, de fato, pesquisas recentes apontam o mesmo (SOUZA e SILVEIRA, 2011; FERREIRA et al., 2014). Os alunos surdos têm dificuldades na aprendizagem em química em função da especificidade da linguagem e da escassez de termos.

A pergunta de número sete do questionário abria espaço para que o aluno relatassem um momento de sucesso na aprendizagem de algum conteúdo em química e o motivo que levou a tal sucesso. Dos 170 alunos ouvintes, 120 responderam a essa questão (Figura 03) e na maioria das vezes de forma direta, sem discorrer sobre os motivos que levaram ao sucesso.

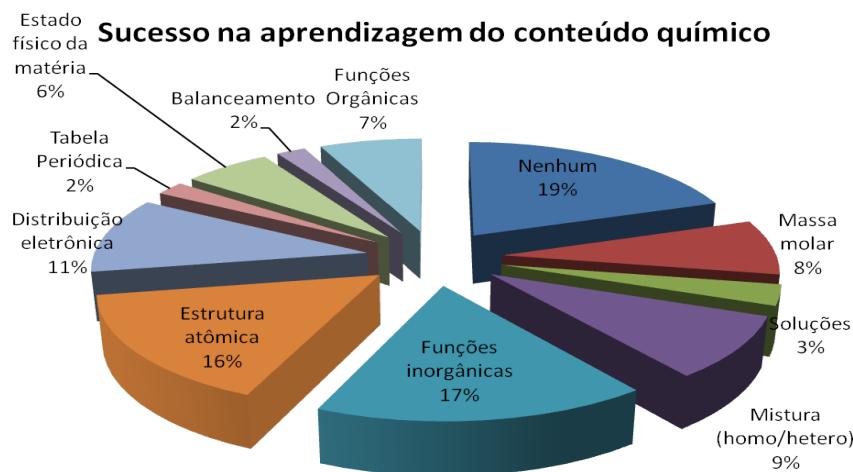


Figura 03: Frequência das categorias encontradas nas respostas dos alunos ouvintes à questão 07 do questionário.

Do total de 11 alunos surdos, sete responderam a esse item e mesmo assim algumas das respostas fugiram do escopo da pergunta. A Tabela 05 relaciona as respostas dadas, priorizando a estratégia ou recurso que eles consideraram como estimulador dessa aprendizagem.

Sucesso na aprendizagem do conteúdo químico; motivo	Nº de alunos
Tabela periódica; visual	1
Estrutura do átomo; visual	1
Química é difícil; intérprete ajuda	4
Química é fácil; bom entendimento	1
Não responderam	4

Tabela 05: Apontamento de alguns conceitos químicos aprendidos com sucesso pelos alunos surdos.

Embora possamos destacar as respostas que apontam para formas ou estratégias de ensino, tais como; “conteúdo muito visual”, “a professora explicou bem”, “o intérprete ajudou” e “o colega ajudou”. Infelizmente, o objetivo dessa pergunta não foi satisfatoriamente alcançado dentro do grupo de dados provenientes dos alunos ouvintes e surdos, uma vez que raros foram os alunos que associaram um motivo para o sucesso da aprendizagem. Os poucos que discorreram apontaram razões tais como: “o colega ajudou”; “estudei em casa”; “me dediquei prestando atenção”.

## CONCLUSÃO

O surdo ainda enfrenta muitos preconceitos equivocados, como o de que ele tem

algum déficit de aprendizagem, ou que ele não tem a mesma capacidade cognitiva de um aluno ouvinte. Ainda é preciso avançar muito em conscientização tanto da sociedade quanto, e principalmente, na formação e capacitação do professor para o trabalho com esses alunos. A comunidade escolar e a sociedade como um todo precisa ter em mente que o surdo não possui limitações cognitivas. Sendo assim, entende-se que a falta do sentido da audição é uma diferença, porém, que não impede o surdo de aprender os conceitos das diferentes disciplinas.

A elaboração de propostas educacionais que atendam às necessidades específicas do aluno surdo, que favoreçam o desenvolvimento efetivo de suas capacidades intelectuais é algo que não pode ser negligenciado na prática do professor. Destacamos a importância da interação direta que precisa haver entre o membro mais experiente da comunidade científica - o chamado professor - e seu aluno, seja surdo ou ouvinte. Reconhecemos que está associada a essa ideia, a importância de o surdo ter contato com a Libras desde a mais tenra idade, afim de que esse possa desenvolver conceitos espontâneos que darão suporte ao desenvolvimento do pensamento abstrato necessário para o aprendizado de conceitos científicos (VYGOTSKY, 2001).

O presente trabalho tangencia um tema demasiado complexo e que ainda necessita de muitos estudos. Sabemos que a especificidade linguística dos surdos faz de sua escolarização uma situação muito diferenciada, com diversas dificuldades que interferem decisivamente na construção de conceitos científicos. Na realidade, os surdos não participam plenamente da interação e da abordagem comunicativa necessária no processo de ensino e aprendizagem e, consequentemente, não têm acesso completo à informação.

Em sala de aula, o professor e o intérprete precisam ter consciência e discernimento de seus papéis. É importante que o professor assuma o aluno surdo como seu, volte-se a ele, pense nos desafios de sua aprendizagem, e não o deixe a cargo do intérprete, que está presente apenas para atuar como canal comunicativo. O intérprete, como profissional, precisa também remeter-se ao professor sempre que for necessário, cumprindo com excelência a mediação comunicativa em sala de aula.

Para o docente, é importante conhecer o perfil de seus discentes, interagir com eles a fim de buscar meios que facilitem o processo de ensino e de aprendizagem (FREITAS-REIS et al., 2015). É do professor a responsabilidade de efetivar diferentes estratégias em sala de aula, incentivando e mediando a construção do conhecimento através da interação com todos os seus alunos e a fim de alcançar a todos.

A presente pesquisa defende que no trabalho em sala de aula com alunos surdos e ouvintes, se faz necessário conhecer melhor as potencialidades e limitações dos estudantes presentes e saber aproveitar essas características em favor do processo de ensino e aprendizagem. Nesse viés, concordamos com Schnitman (2010) que discute que um dos principais desafios que os educadores enfrentam na docência

reside na máxima exploração do potencial que o meio oferece, visando atender ao maior número possível de alunos, sem deixar de lado as suas diferenças individuais. Na tentativa de amenizar tal desafio, mostra-se urgente o desenvolvimento de mais estudos sobre a relação entre as características cognitivas individuais dos diferentes alunos e o processo de ensino e aprendizagem.

## REFERÊNCIAS

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BRITO, C. V.; MOURA, D. S.; PEREIRA, E. V.; SANTOS, R. A.; SANTOS, S. S. A Comunidade Surda e seus obstáculos de aprendizagem. Anais do 30º Encontro de Debates sobre Ensino de Química, Rio Grande do Sul, 2010.

CAMPELLO, A. R. S. Pedagogia Visual / Sinal na Educação dos Surdos. In: Quadros, R. M. de; Pelin, G. (orgs). **Estudos Surdos II**. Petrópolis: Arara Azul. p. 100-131, 2007.

CARDOSO, S. P.; COLINVAUX, D. Explorando a Motivação para Estudar Química. **Química Nova**, v.23, n.2, 2000.

DIONYSIO, L. G. M. O Uso De Imagens Em Química: Um Olhar Semiótico Sobre as Atividades com Balanças. **Dissertação**, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J. MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Construindo conhecimento científico em sala de aula. **Química Nova na Escola**, n. 9, 1999.

FERREIRA, O. M. C.; SILVA JÚNIOR, P. D. **Recursos Audiovisuais para o Ensino**. São Paulo: EPU, 1975.

FERREIRA, W. M.; NASCIMENTO, S. P. F.; PITANGA, A. F. Dez Anos da Lei da Libras: Um Conspecto dos Estudos Publicados nos Últimos 10 Anos nos Anais das Reuniões da Sociedade Brasileira de Química. **Química Nova na Escola**, v. 36, n. 3, p.185-193, 2014.

FREITAS-REIS, I.; AFONSO, A. F.; FARIA, F. L.; FRANCO-PATROCÍNIO, S.; FERNANDES, J. M.; FERRAZ, V. G.; CRUZ, M. B.; MELO, U. O. MELO, L. G.; SOUSA, A. G.; BRITO, F. R.; PENHA, J. C.; MONTANHA, M. A. U.; CERQUEIRA, P. L.; SILVA, R. C.; FARIA, S. J. Repensando o Pibid-Química da UFJF por Meio da Compreensão do Perfil dos Alunos das Escolas Parceiras. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 3, p. 224-231, 2015.

GÓES, M. C. R. **Linguagem, surdez e educação**. São Paulo: Autores Associados, 1996.

GOMES, E. A.; SOUZA, V. C. A.; SOARES, C. P. Articulação do conhecimento em museus de Ciências na busca por incluir estudantes surdos: analisando as possibilidades para se contemplar a diversidade em espaços não formais de educação. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 10, p. 81-97, 2015.

GOMES, L. M. J. B.; AGUIAR, L. A. J.; ARAUJO NETO, W. N. Levantamento das Concepções de Alunos sobre o Conceito de <Sustentabilidade> por meio de Imagens. **Revista Práxis (Online)**, edição especial, p. 223-227, 2013.

HODSON, D. Is there a scientific method? **Education in Chemistry**, London, v. 19, n. 4, p. 112-116, 1982.

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: novembro de 2015.

JÚNIOR, F. R. F. M. A Teoria Aliada a Experimentação na Abordagem das Leis Ponderais da Matéria Para a Promoção de Aprendizagem Significativa No Ensino Médio. **Dissertação**, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

JUSTI, R.; GILBERT, J. K. Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the educations of modellers. **International Journal os Science Education**, v. 24, n. 4, p. 369-387, 2002.

MANZINI, E. J. Considerações sobre a elaboração de roteiro para entrevista semi-estruturada. In: MARQUEZINI, M. A.; OMOTE, S. (Orgs.). **Colóquios sobre pesquisa em educação especial**. Londrina, p. 13-30, 2003.

MORTIMER, E. F.; MIRANDA, L. C. Transformações: concepções de estudantes sobre reações químicas. **Química Nova na Escola**, n.2, 1995.

PERLIN, G. STROBEL, K. Fundamentos da Educação de Surdos. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

RUMBERGER, R., LIMA, S. A. Why Students Drop Out: A Review of 25 Years of Research. **California Dropout Research Project**, Policy Brief 15, University of California, 2008

SCHNITMAN, I.M. O perfil do aluno virtual e as teorias de estilos de aprendizagem. In: **Simpósio Hipertexto e Tecnologia em Educação**, v. 3, 2010.

SOLOMON, J.; Learning about energy: how pupils think in two domains. **European Journal of Science Education**, 1983, 5, 49.

SOUZA, S; SILVEIRA, H. E. Terminologias Químicas em Libras: A Utilização de Sinais na Aprendizagem de Alunos Surdos. **Química Nova na Escola**, p.37-46, 2011.

VYGOTSKY L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

## APÊNDICE A

Nome	da	Escola:												
Ano:	Turma:	Turno:												
01) Qual a sua idade? <input type="checkbox"/> 14 anos <input type="checkbox"/> 15 anos <input type="checkbox"/> 16 anos <input type="checkbox"/> 17 anos <input type="checkbox"/> 18 anos <input type="checkbox"/> Mais														
02) Você possui algum tipo de surdez? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não    Se Sim, você usa implante coclear? <input type="checkbox"/>														
03) Você acha importante e/ou interessante estudar química? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não														
04) Você utiliza os conhecimentos químicos adquiridos em sala para resolver, interpretar ou compreender uma situação prática do seu dia-a-dia? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não    outra resposta: Se você respondeu sim, por favor, cite pelo menos um exemplo: _____														
05) Assinale abaixo <b>três conteúdos de química</b> que, na sua opinião, são os mais difíceis de serem aprendidos. <table><tbody><tr><td><input type="checkbox"/> Balanceamento de equações</td><td><input type="checkbox"/> A estrutura do átomo</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/> Ligações Químicas</td><td><input type="checkbox"/> Ácidos, bases, óxidos e sais</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/> Estequiometria</td><td><input type="checkbox"/> Soluções</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/> Termoquímica</td><td><input type="checkbox"/> Pilhas e eletrólise</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/> Cinética Química</td><td><input type="checkbox"/> Equilíbrio Químico</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/> Funções e Reações Orgânicas</td><td></td></tr></tbody></table>			<input type="checkbox"/> Balanceamento de equações	<input type="checkbox"/> A estrutura do átomo	<input type="checkbox"/> Ligações Químicas	<input type="checkbox"/> Ácidos, bases, óxidos e sais	<input type="checkbox"/> Estequiometria	<input type="checkbox"/> Soluções	<input type="checkbox"/> Termoquímica	<input type="checkbox"/> Pilhas e eletrólise	<input type="checkbox"/> Cinética Química	<input type="checkbox"/> Equilíbrio Químico	<input type="checkbox"/> Funções e Reações Orgânicas	
<input type="checkbox"/> Balanceamento de equações	<input type="checkbox"/> A estrutura do átomo													
<input type="checkbox"/> Ligações Químicas	<input type="checkbox"/> Ácidos, bases, óxidos e sais													
<input type="checkbox"/> Estequiometria	<input type="checkbox"/> Soluções													
<input type="checkbox"/> Termoquímica	<input type="checkbox"/> Pilhas e eletrólise													
<input type="checkbox"/> Cinética Química	<input type="checkbox"/> Equilíbrio Químico													
<input type="checkbox"/> Funções e Reações Orgânicas														
06) Qual a sua principal dificuldade para aprender Química? <table><tbody><tr><td><input type="checkbox"/> Cálculos matemáticos</td><td><input type="checkbox"/> Linguagem e metodologia na sala de aula</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/> Falta de sinais em Libras que abranjam conceitos químicos</td><td><input type="checkbox"/> Falta de aulas com experimentos</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/> Falta de recursos audiovisuais</td><td><input type="checkbox"/> Não associa à realidade cotidiana</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/> Não consegue imaginar como ocorrem as reações</td><td></td></tr><tr><td><input type="checkbox"/> Outro: _____</td><td></td></tr></tbody></table>			<input type="checkbox"/> Cálculos matemáticos	<input type="checkbox"/> Linguagem e metodologia na sala de aula	<input type="checkbox"/> Falta de sinais em Libras que abranjam conceitos químicos	<input type="checkbox"/> Falta de aulas com experimentos	<input type="checkbox"/> Falta de recursos audiovisuais	<input type="checkbox"/> Não associa à realidade cotidiana	<input type="checkbox"/> Não consegue imaginar como ocorrem as reações		<input type="checkbox"/> Outro: _____			
<input type="checkbox"/> Cálculos matemáticos	<input type="checkbox"/> Linguagem e metodologia na sala de aula													
<input type="checkbox"/> Falta de sinais em Libras que abranjam conceitos químicos	<input type="checkbox"/> Falta de aulas com experimentos													
<input type="checkbox"/> Falta de recursos audiovisuais	<input type="checkbox"/> Não associa à realidade cotidiana													
<input type="checkbox"/> Não consegue imaginar como ocorrem as reações														
<input type="checkbox"/> Outro: _____														
07) Escreva qual o conteúdo de Química que você aprendeu com sucesso em um momento de sua vida como estudante e, no seu entendimento, qual foi o principal motivo deste sucesso. _____ _____ _____ _____														

## A PERCEPÇÃO DE PROFESSORES EXPERIENTES E EM FORMAÇÃO SOBRE O USO DE UM MATERIAL DIDÁTICO ORGANIZADO A PARTIR DE TEMAS DO CONTEXTO

**Daniela Martins Buccini**

Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação

Belo Horizonte, MG

**Ana Luiza de Quadros**

Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Química

Belo Horizonte, MG

**Aline de Souza Janerine**

Universidade Federal do Vale do Jequitinhonha e Mucuri

Diamantina/MG

apenas teórico. Com isso, argumentamos pela necessidade de promover o desenvolvimento de materiais didáticos que auxiliem professores a se apropriar de tendências contemporâneas de ensino.

**PALAVRAS-CHAVE:** Formação de professores, Ensino baseado no contexto, Material didático.

### PERCEPTION OF EXPERIENCED AND TRAINING TEACHERS ABOUT USING A THEMATIC TEACHING MATERIAL

**ABSTRACT:** Among contemporary teaching trends, some assumptions of the CTS movement, especially context-based teaching, have proven viable and important. We developed this work in order to identify the perceptions of teachers in training and experienced in relation to context-based education. For this, the investigated subjects received a teaching and learning material and they developed classes during a two-month period and, from this experience, were interviewed. We noticed through their speeches that they were surprised by the students' interest in their classes and that the didactic material represented a way that allowed them to materialize, in the classroom, a study that until then was only theoretical. With this, we argue for the need to promote the development of teaching and learning materials that help

**RESUMO:** Entre as tendências contemporâneas de ensino, alguns pressupostos do movimento CTS, principalmente o ensino baseado no contexto, têm se mostrado viáveis e importantes. Desenvolvemos este trabalho com o objetivo de identificar as percepções de professores em formação e experientes em relação ao ensino a partir de temas do contexto. Para isso os sujeitos investigados receberam um material didático temático com o qual desenvolveram aulas durante um bimestre e, a partir dessa experiência, foram entrevistados. Percebemos, por meio de suas falas, que foram surpreendidos pelo interesse dos estudantes em suas aulas e que o material didático representou uma maneira que os permitiu materializarem, em sala de aula, um estudo que até então era

teachers to appropriate contemporary teaching trends.

**KEYWORDS:** Teacher training, Context-based education, teaching and learning material.

## 1 | INTRODUÇÃO

As perspectivas socioconstrutivistas passaram a influenciar a área educacional nas últimas décadas colocando o estudante como protagonista em sala de aula e responsável pela sua própria aprendizagem. Com isso o papel do professor também muda, à medida que as concepções prévias dos estudantes passam a ser consideradas e estratégias vão sendo construídas para que essas concepções evoluam.

Essa forma de pensar as relações em sala de aula, oriunda do socioconstrutivismo, visa superar o modelo de ensino pautado na simples transmissão de informações. Para que o estudante possa significar as informações que circulam na sala de aula, a literatura especializada tem proposto uma série de tendências, chamadas de contemporâneas, para a melhoria do ensino de Ciências.

Entre as tendências contemporâneas de ensino destacamos o Ensino de Ciências por Investigação (ENCI), a Natureza da Ciência (NdC), as relações Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), as questões sobre Conhecimento Pedagógico de Conteúdo (PCK), a utilização de tecnologias como recursos pedagógicos (TIC), os estudos sobre interações discursivas em sala de aula, a multimodalidade e as representações multimodais, entre outras tendências.

Apesar de grande quantidade de estudos dedicados à análise de como essas tendências contribuem para a construção de significados, pesquisadores (por ex. QUADROS *et al.*, 2005; CATANI *et al.*, 2000; FREITAS E VILLANI, 2002) têm demonstrado que os professores se apropriam pouco dessas tendências de ensino e que, muitas vezes, tendem a reproduzir, em sala de aula o modelo tradicional de transmissão/recepção de informações. Nossa experiência, conjugada aos debates sobre ensino de Ciências, tem apontado para a necessidade de repensar a atuação do professor, de forma que tendências contemporâneas de ensino ganhem espaço em sala de aula.

Este trabalho analisou a percepção de professores experientes e de professores em formação inicial do uso de um material didático específico, escrito com o intuito de facilitar a apropriação de algumas tendências contemporâneas de ensino, principalmente as relações CTS e ensino baseado no contexto. Este material foi utilizado por professores de Química do Ensino Médio e por estudantes de Licenciatura em Química, no período de estágio curricular.

## 2 | CTS E ENSINO DE CIÊNCIAS

As questões relacionadas à Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) surgiram a partir de movimentos sociais da década de 1960, que questionavam a neutralidade e a imparcialidade atribuídas à Ciência e à Tecnologia (SANTOS; MORTIMER, 2002). Os avanços científicos passaram a ser vistos de forma mais crítica e questões como a degradação ambiental, a vinculação da ciência e da tecnologia a armas de guerra e os impactos econômicos e sociais provocados pelo desenvolvimento científico e tecnológico passaram a ser questões de debate político.

Para Pinheiro *et al.* (2007) o Movimento CTS tem influenciado a sociedade como um todo, mas principalmente tem tido grande impacto na área educacional. No Brasil, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) tratam as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, enfatizando a formação para cidadania. Em alguns casos, no entanto, a ênfase parece estar na educação tecnológica. Santos e Mortimer (2002) argumentam que a educação, ao inserir as discussões de cunho tecnológico, envolver discussões éticas que promovam o desenvolvimento sustentável, envolvendo o conhecimento dos aspectos técnicos, organizacionais e culturais.

Para Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007) a inserção de pressupostos oriundos do movimento CTS nos currículos de ciências passa a ter uma característica transformadora das relações em sala de aula, criando um ambiente no qual professores e estudantes estão envolvidos em questionamentos e na construção do conhecimento, e que isso pode despertar no estudante a curiosidade e o espírito investigador e questionador.

Apesar da indiscutível contribuição de pressupostos CTS no currículo dos cursos da área de Ciências da Natureza, é necessária uma atenção especial ao professor, que irá lidar com tendências contemporâneas de ensino, apesar de ter sido formado em um modelo diferente. Quadros *et al.* (2005) evidenciam que a maior parte dos professores em exercício foram formados em cursos nos quais a inovação, entendida aqui como a experiência com a inserção de tendências contemporâneas de ensino e aprendizagem, não estava presente ou fez pouca diferença na formação. Carnio e Carvalho (2014) tratam da abordagem de questões sociocientíficas na formação de professores, evidenciando a importância de o professor ter uma consciência social de seu papel no mundo globalizado e cada vez mais tecnológico (CARNIO; CARVALHO, 2014).

A importância de se investir em recursos que possibilitem um melhor entendimento de questões CTS e de outras tendências de ensino se torna cada vez mais evidente. Por isso pesquisas envolvendo meios de articular esse aprendizado têm sido realizadas e representam um interesse do campo de educação em ciências.

### **3 | O ENSINO POR TEMAS E A QUÍMICA**

A primeira versão dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o Ensino Médio divide o ensino em áreas, sendo uma delas a área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Segundo Santos (2007) isso comprova uma ênfase para além dos conteúdos, ou seja, com o desenvolvimento de habilidades e competências que sirvam para “intervenções e julgamentos práticos” (SANTOS, 2007a, pag. 3). Os PCN colocam como competências a capacidade de pensar múltiplas alternativas para resolução de problemas, o desenvolvimento de pensamento crítico, o saber comunicar-se e buscar novos conhecimentos. Para que essas competências sejam alcançadas, a contextualização dos conhecimentos científicos parece ser fundamental.

O uso de temas para desenvolver o conhecimento científico em sala de aula vem sendo entendido como uma boa oportunidade para que os estudantes percebam a relação direta das Ciências Naturais com o contexto social e se interessem pela ciência, envolvendo-se mais nas aulas. Rodrigues e Quadros (2019) ressaltam a importância da escolha de um tema com relevância para os estudantes e para a Ciência. Um tema, segundo eles, é permeado de conhecimentos cotidianos, o que oportuniza aos estudantes oferecerem contribuições para a discussão e se envolvam com a aula e com a ciência escolar. O currículo organizado em torno de uma abordagem temática se estrutura de forma a estudar os conceitos científicos a partir dos temas (SILVA; SHUVARTZ; OLIVEIRA, 2014).

Para Silva, Shuvartz e Oliveira, (2014)

A abordagem temática é uma dimensão intrínseca ao enfoque CTS, uma vez que traz a necessidade de se partir de problemas vivenciados pelos educandos, levando-os a atribuir significados e sentidos ao estudar aquela problemática. (SILVA; SHUVARTZ; OLIVEIRA, 2014, p. 108).

Como observa Quadros (2004), tradicionalmente é distribuída uma grande quantidade de informações científicas e espera-se que os alunos sejam capazes de fazer as relações que permitem a eles explicar fenômenos naturais ou utilizar aquele conhecimento em algum problema diário. Mas pesquisas desenvolvidas mostram que os estudantes se apropriam pouco desses conceitos e tendem a manter as concepções alternativas que levaram para a sala de aula. Isso evidencia a importância da utilização de temas tanto para relacionar o conhecimento cotidiano com o científico quanto para relacionar os conhecimentos científicos com a tecnologia e seu impacto social.

### **4 | PESQUISAS ENVOLVENDO MATERIAL DIDÁTICO E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES**

Partimos do entendimento do material didático “como elemento fundamental

das políticas públicas de educação, das práticas didáticas e da constituição e transmissão dos saberes e da cultura escolar” (MUNAKATA, 2012, p. 179). O material didático normalmente possui grande impacto no cotidiano escolar. Frison *et al.* (2009) analisaram a forma de utilização do livro didático por professores que atuam na área de Ciências no Ensino Fundamental. Nessa investigação, os autores destacam a influência do livro didático na definição de conteúdos escolares e na proposição de que será ensinado, uma vez que é utilizado por muitos professores como principal instrumento a orientar os conteúdos que devem ser desenvolvidos, a sequência em que esses conteúdos são trabalhados, as atividades de aprendizagem e a avaliação para o ensino.

Nunes-Macedo, Mortimer e Green (2004) analisaram a construção sociocultural do discurso na sala de aula, relacionando-o ao uso de um livro didático. Eles perceberam, na dinâmica discursiva, que o livro didático representa uma das diferentes vozes que circulam na sala de aula. A experiência de vida e de trabalho da professora analisada, assim como a cultura escolar, também foram constitutivos do processo discursivo.

Para o campo de ensino de Química há livros didáticos considerados inovadores (MORTIMER; MACHADO, 2013; GEPEQ, 2008; CASTRO *et al.*, 2016). Por serem materiais didáticos produzidos em grupos de pesquisa consolidados e com grande experiência em pesquisa em Ensino de Química, essas publicações, segundo Santos (2007b), reforçam a ideia de que:

para ocorrer uma mudança na qualidade do trabalho do professor é fundamental que a sua prática docente se estabeleça em novas bases e esse processo depende, entre outras coisas, da elaboração/utilização de materiais didáticos em consonância com as características do novo profissional que se pretende formar. (SANTOS, 2007b, p. 2)

Algumas pesquisas foram desenvolvidas a partir do uso do livro didático “Química e Sociedade” (CASTRO *et al.*, 2016), o qual foi construído, segundo seus autores, em uma abordagem temática, considerando pressupostos CTS. Ao explicar a concepção do livro, Santos (2007a, p. 10) argumenta que “a proposta de incluir temas associados a conteúdos com o auxílio de textos que incorporem discussões de alfabetização científica e tecnológica pode ser uma alternativa para iniciar o professor em um processo de inovação curricular”. Carneiro, Santos e Mol (2005) analisam as concepções de um grupo de professores que adotou o referido livro didático, que consideram inovador, a respeito das características que os professores identificaram nesse livro. Eles afirmam terem percebido nos professores uma tensão entre o anseio de adotar mudanças de estratégias indicadas pelo livro didático e as dificuldades de desenvolver práticas diferenciadas das convencionais.

Na literatura internacional há significativo número de trabalhos investigando como professores se utilizam de materiais didáticos baseados no contexto. Ao pesquisar materiais disponíveis na Holanda, Ummels (2014) afirma que eles oferecem

ao professor uma ideia coerente sobre ensino a partir do contexto. No entanto, esse pesquisador alerta sobre a necessidade de um sistema de apoio durante o processo de implementação desse material, para que os professores desenvolvam habilidades para adaptar e conduzir as aulas a partir de um tema do contexto. Vos (2010) também investigou como professores usam um material didático no qual o conteúdo é desenvolvido a partir de um tema do contexto e se eles seguiram os pressupostos teórico-metodológicos que fundamentam o material. Esse material foi usado durante as aulas de Química da Educação Básica. Para ele, além de um material didático completamente novo, construído considerando um tema do contexto, é necessário que o papel do professor em sala de aula seja repensado, em um processo de aprendizagem sobre “ser professor”. Nesse mesmo caminho estão os argumentos apresentados por Coenders, Terlouw & Dijkstra (2008). Para eles, o desenvolvimento profissional dos professores em termos de inovação educacional é complexo, que depende da presença de materiais didáticos inovadores e de programas de formação continuada bem elaborados e desenvolvidos.

O material didático utilizado em nossa investigação foi desenvolvido a partir do tema “Água” e segue os pressupostos do movimento CTS para o ensino de Ciências. Nele, além da ênfase em um tema do contexto, as atividades são variadas, com inúmeras questões que auxiliam o professor a promover a inserção dos estudantes na dinâmica da aula, tornando-os protagonistas.

Analisamos, neste trabalho, as percepções de professores experientes e em formação, ao terem utilizado esse material para planejar e desenvolver aulas nas instituições de ensino da Educação Básica.

## 5 | METODOLOGIA

Professores experientes de três escolas de Belo Horizonte (MG/Brasil) e um grupo de oito professores em formação em Química da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (MG/ Brasil) receberam o material didático impresso, que chamamos de cadernos temáticos. Os cadernos temáticos estavam divididos em: Ciclo da Água (QUADROS, 2016), Água na Natureza (QUADROS; SILVA, 2016) e Água e Plantas (QUADROS; SILVA; MARTINS, 2016).

Entre os professores experientes, um deles (P1) atuava na Educação de Jovens e Adultos (EJA) em uma escola particular, outra professora (P2) atuava no ensino médio também em uma escola particular e uma terceira professora (P3) atuava no EJA de uma escola da rede estadual. As sequências didáticas foram trabalhadas pelos professores por dois a três meses em horário normal de aula.

Além dos professores experientes participaram oito licenciandos do curso de Licenciatura em Química, que desenvolveram as sequências didáticas em três escolas públicas de Diamantina/MG. Iremos nos referir aos licenciandos pelos

códigos L1, L2, ... e L8.

Ao finalizarem as sequências didáticas, os professores e licenciandos foram entrevistados. As entrevistas foram gravadas em vídeo e transcritas na íntegra, para facilitar a análise. Essa análise se deu principalmente no sentido de identificar a percepção do uso do material didático em sala de aula e as possíveis contribuições para a própria formação docente.

## 6 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como já dissemos, todos os participantes da pesquisa desenvolveram suas aulas a partir do material didático temático, sendo que os professores que já estavam em exercício o fizeram nas escolas em que trabalhavam e os professores em formação em aulas que eram parte do estágio curricular. Por meio dos dados obtidos foi possível identificar percepções diferenciadas envolvendo o ensino baseado no contexto e o material didático em questão. Organizamos essas percepções em dois grupos: dos professores em formação e dos professores experientes.

### a. As percepções dos professores em formação inicial

Os licenciandos que desenvolveram as aulas utilizando os cadernos temáticos se mostraram surpresos com a maior participação dos estudantes nas aulas. L1 relata que percebeu um maior interesse pelos temas propostos e um aumento na interação dos estudantes.

*L1: Foi uma coisa bacana para os alunos, ter um tema central, contextualizado, porque você mostra a importância da Química. E nós preparamos perguntas para os alunos. Mas eu não imaginava que os alunos perguntariam tanto para a gente. Eles perguntaram muito!"*

L2 fala da experiência de desenvolver aulas mais contextualizadas e de como esse tipo de aula é mais motivador para os estudantes. A licencianda ressalta também a experiência que tiveram ao desenvolver aulas organizadas em torno temas.

*L2: "A gente discute o tempo todo nas aulas (do curso de formação) sobre partir do conhecimento prévio, sobre tema gerador e com essas coisas construir o conhecimento. Isso por que o aluno vê a Química como algo muito abstrato e sem utilidade. Nessa experiência a gente partiu de um tema, foi o que nós fizemos! E nós vimos tanto conhecimento alternativo e vimos que o aluno percebe a utilidade disso, a relação com as coisas do dia a dia, e vai ter mais motivação. Por isso eu achei legal essa experiência."*

Segundo L2, o trabalho em tornos de temas se mostrou mais útil a medida que as concepções prévias e que o estudante se interessa pelo conhecimento tratado nas aulas. Com isso, conhecimento teóricos tratados em disciplinas do curso de formação emergiram nas aulas, o que os motivou no trabalho docente.

Portanto, na percepção dos professores em formação, o tipo de aula proposto foi diferente do que estavam acostumados e permitiu que eles vivenciassem na prática o desenvolvimento de uma abordagem organizada em torno de temas, no qual a

interação com estudantes foi um componente fundamental da aula. Ao que parece, eles foram surpreendidos por uma maior participação dos estudantes e também por percebê-los mais motivados com as aulas de Química.

Apesar de terem sido surpreendidos positivamente pelo uso do material, os licenciandos ainda relatam limitações para o uso de abordagens semelhantes em salas de aulas formais. Ao serem questionados se teriam a intenção de desenvolver esse tipo de trabalho depois de formados alguns licenciandos disseram que planejar aulas a partir de temas demanda um tempo maior e que isso poderia limitar a quantidade de conteúdo. O estudante L5 afirmou que o conteúdo “*teria que ser muito bem planejado pra dar conta de todo o conteúdo a partir de um tema*”. Quadros *et al.* (2005), Catani *et al.* (2000), e Freitas e Villani (2002) mostraram que os professores em formação já ingressam nos cursos de licenciatura com concepções já formadas sobre ensino, normalmente pautadas no modelo de transmissão/recepção e mais atendo para a quantidade de conteúdos e não para a qualidade da aprendizagem. Como alertam Frison *et al.* (2009), o livro didático tradicional tem grande influência na escolha dos conteúdos a serem ensinados. Ao que parece, esses licenciandos consideram necessário trabalhar todo o conteúdo presente nos livros didáticos tradicionais e, para que isso ocorra, abordagens que demandam um maior tempo não seriam a melhor opção.

O tempo necessário para o planejamento de aulas a partir de um tema do contexto também foi apontado por L5, ao falar:

**L5** “[...] *Isso ia demandar muito tempo do professor, para preparar, montar experimentos, acho que demanda tempo. E o professor não tem esse tempo para poder sentar e elaborar uma sequência certinha, com conceitos básicos e outros mais aprofundados.*”

Apesar de admitir a possibilidade de realizar esse tipo de atividade, L3 também fala do tempo maior de planejamento e da dificuldade em desenvolver uma aula temática de qualidade.

**L3** *Eu acho que seria possível, se a gente tivesse um tempo grande para planejar, porque aí a gente montaria a nossa própria sequência, com todos os pontos relevantes, com as aulas. Dá pra fazer, sim. Mas você ter um ponto de apoio, um material de apoio, nossa, é muito bom.*

Percebemos nessa fala uma tensão semelhante à relatada por Carneiro, Santos e Mol (2005) em relação ao anseio de realizar atividades diferentes das tradicionais e a dificuldade em desenvolver tais práticas. L3 fala da importância de ter um material de apoio, sendo esse um recurso para facilitar o planejamento do professor, de forma a permitir que ele possa desenvolver atividades temáticas em sala de aula. Essa fala dialoga com Santos (2007b) que defende que o uso de materiais inovadores, como um facilitador para que o professor seja capaz de promover a inovação curricular.

## b. As percepções dos professores experientes

Após o uso dos cadernos temáticos em suas aulas, os professores experientes falaram de suas impressões das sequências didáticas que foram desenvolvidas. Ao serem perguntados por que optaram por usar o material os professores deram as seguintes respostas:

**P1:** é um material que possibilita discutir temas a partir da perspectiva CTS, né assim, não é só um material temático; ele trata de um tema que tem relevância social, que tem relação com a tecnologia.

**P3:** eu gosto de novidade, adoro. Então tudo que pode incrementar, trazer algo diferente para os nossos alunos, eu acho que isso é bem legal. [...] eu percebi que, era uma forma minha de encontrar tudo aquilo que eu já aplicava, que eu já pensava, que é essa de uma roupagem bem diferente, só que bem mais organizada pra eu poder trabalhar com os alunos.

Os professores P1 e P3 apontam a vantagem de poder trabalhar conceitos que estão organizados em um tema que chamaram de relevante. De certa forma, o uso dos cadernos temáticos parece ter facilitado o planejamento das aulas e, também, permitido que eles desenvolvessem atividades diferentes. Em relação a esse material, P2 teve interesse por se tratar de uma abordagem diferente.

**P2:** por ser diferente. Porque eu acho que a gente tem que estar sempre aberto ao novo, você não tem que seguir aquela linha do livro didático, eu acho que você tem que fugir. O livro didático é um apoio com certeza, e quando você dá um material diferente do que o que eles estão acostumados, eles têm um interesse diferente, porque fugiu daquela coisa tradicional, então quando foge do tradicional, eles também querem buscar e ver o que tem lá dentro.

P2 afirma que atividades diferentes tem maior potencial motivador para os estudantes e faz uma crítica ao uso do livro didático como único norteador das aulas. Segundo a professora, o livro deveria ser usado apenas como um apoio. Como discutem Frison et al. (2009), o livro didático normalmente é usado como o principal instrumento de organização dos conteúdos em sala de aula. Nesse sentido, se o livro didático utiliza uma lógica conteudista e pouco contextualizada, provavelmente a prática de um professor que o utiliza como principal norteador de suas aulas também será. Ao que parece, P2 faz uma crítica a esse uso e relata que a utilização de um material diferente despertou o interesse dos estudantes. Porém, ao classificar os cadernos temáticos como “diferentes”, ela demonstra que o ensino baseado no contexto não era uma prática usual para ela. Percebemos, com isso, que os professores avaliaram positivamente o uso do material, por ter provocado aumento do interesse dos estudantes pelas aulas.

Além do maior interesse em relação ao material, os professores relataram que tiveram uma maior participação nas aulas. Sobre isso P1 afirma:

**P1:** A gente já fazia então coisas diferentes com os estudantes, mas eu era o protagonista das aulas, sempre, ou quase sempre. [...] Aí acho que a partir do livro, as atividades que o livro propõe é para que os alunos sejam protagonistas e deem conta de fazer isso, né.[...] Então foi o momento que eles já tinham mais segurança pra desenvolver as atividades e ai na hora que eles viram que eles estavam fazendo as coisas sozinhos, por eles mesmos, eu senti que eles ficaram

*felizes com o resultados deles.*

P1 fala que as aulas permitiram que os estudantes se envolvessem mais nas atividades e pudessem realizar atividades com mais autonomia e destaca uma mudança em suas aulas que deixaram de ser centradas apenas nele. Com isso, o professor percebeu que seus alunos ficaram mais motivados e satisfeitos com as atividades que realizaram. Outra fala de P1 sobre o uso do material é significativa:

P1: [...] acho que essa experiência de trabalhar com um material temático, mexeu muito comigo nesse sentido também, de mostrar que tem aqui alguma coisa que dá pra fazer de diferente [...]

Percebemos que o uso do material temático contribuiu no processo de formação do professor P1, principalmente, no sentido de se convencer que é possível o uso de abordagens menos centradas no professor. Segundo Vos (2010) o uso de um material construído considerando o contexto requer que o papel do professor seja repensado. Ao que nos parece, o uso do material propiciou a P1 uma reflexão sobre a sua própria prática, apontando novas possibilidades.

Pelo relato dos professores percebemos que eles ficaram satisfeitos com a realização das aulas temáticas, principalmente pela oportunidade de desenvolver atividades que diferiam das que normalmente são utilizadas em suas aulas. Outro ponto citado por eles foi um maior entusiasmo e participação dos estudantes. P2 ressalta a viabilidade desse tipo de aula, ao afirmar:

**P2:** *Sim, eu acho que é viável, porque eu gastei o que? Dois meses, dois meses e meio mais ou menos, com duas aulas semanais. Então foram dois meses e meio e muitas vezes no laboratório,[...]*

A professora P2 relatou que em uma das aulas em que trabalhou os temas propôs um debate e que teve uma grande participação dos estudantes. Ela explica que nunca tinha realizado um debate antes, mas que gostou da experiência e gostaria de repetir com outros conteúdos.

**P2:** *Dá, dá pra fazer, pelo tempo, dependendo do conteúdo isso é possível. Não é muito possível um conteúdo quantitativo, mas em conteúdos qualitativos isto é possível. Eu já vou fazer isso novamente com outro conteúdo quando eu entrar, que é o de propriedades coligativas.*

As falas dos professores mostram que o uso do material didático foi uma oportunidade para desenvolver aulas organizadas em torno de um tema e que utiliza diferentes recursos como experimentos, discussões, uso de reportagens de jornais e revistas, entre outros. Essa forma de trabalho se mostrou diferente das que estavam acostumados e, segundo eles, para os estudantes representou uma oportunidade de participarem mais das aulas. Além disso, propiciou que outras atividades que não estavam propostas no material passassem a ser consideradas, como no caso do debate de P2.

### c. As contribuições comuns advindas dessa experiência

Ao que nos parece, os professores – tanto os experientes quanto os professores em formação – foram surpreendidos pela maior participação e interesse dos estudantes. Eles se mostraram “satisfeitos” com o desempenho dos estudantes durante as aulas. Isso vem ao encontro do que foi destacado em Carneiro, Santos e Mol (2005): os professores anseiam por atividades diferenciadas e que provoquem maior interesse de seus alunos.

Outro resultado importante foi a percepção de que alguns professores (experientes e em formação) utilizaram a experiência com o material para refletir sobre sua prática e seu papel como professor. Além disso, perceberam que é possível organizar aulas centradas no estudante e não no professor.

Podemos afirmar que o ensino baseado no contexto, apesar de estar bastante presente nos debates do campo de ensino de Ciências, não era uma realidade para esses participantes. Os professores em formação afirmaram já ter estudado essa possibilidade no curso, mas ficou claro que não tinham ideia de como essa abordagem poderia se concretizar na sala de aula. Os experientes, por sua vez, apesar de tentarem fazer aulas diferenciadas, citaram o material impresso como possibilidade de fazer isso acontecer.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao propormos esse trabalho tínhamos o objetivo de analisar a percepção de professores experientes e em formação do uso de um material didático cujas aulas estavam baseadas no contexto. Identificamos percepções significativas e ousamos dizer que esses sujeitos entenderam que essa abordagem é viável e que, inclusive, apresenta vantagens, já que o estudante se mostra mais interessado pelas aulas. Porém, notamos que alguns professores em formação ainda se mostram comprometido com a quantidade de conteúdo, como se isso representasse aprendizagem.

Em relação ao material didático baseado no contexto, podemos afirmar que são absolutamente necessários para que o professor – experiente ou em formação – possa entender como o ensino de Química a partir de temas do contexto possa ser efetivamente realizado. Com isso, o desenvolvimento de material didático temático deve ser promovido e incentivado.

## REFERÊNCIAS

CARNEIRO, M. H. S.; SANTOS, W. L. P.; MOL, G. S. **Livro Didático Inovador e Professores: uma tensão a ser vencida.** Ensaio: pesquisa em Educação em Ciências, v. 07, n. 2, p. 101-113, 2005.

CARNIO, M. P. CARVALHO, W. L.P. **O tratamento de questões sociocientíficas na formação de professores de ciências: possibilidades e desafios nas vozes** dos licenciandos. Uni-pluri/versidad, v. 14, n. 2, p. 63- 71, 2014.

CASTRO, E. N. F.; SILVA, G. S.; MÓL, G.; MATSUNAGA, R. T.; OLIVEIRA, S. M.; FARIA, S. B.; DIB, S. M. F.; SANTOS, W. **Química Cidadã**. 3<sup>a</sup> ed. Ed. AJS, 2016.

CATANI, D. B., BUENO, B. E SOUSA, C. **O amor dos começos: por uma história das relações com a escola**. Cadernos de Pesquisa, n. 111, p. 151 - 171, 2000.

COENDERS, F.; TERLOUW, C.; DIJKSTRA, S. **Assessing teachers' beliefs to facilitate the transition to a new chemistry curriculum: What do the teachers want?** Journal of Science Teacher Education, v. 19, n. 4, p. 317-335, 2008.

FREITAS, D. VILLANI, A. Formação de professores de ciências: um desafio sem limites A. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7, n. 3, p. 215-230, 2002.

FRISON, M. D.; VIANNA, J.; CHAVES, J. M.; BERNARDI, F. N. **Livro Didático como instrumento de apoio para a construção de propostas de ensino de Ciências Naturais**. Atas .... VII ENPEC, Florianópolis, novembro/2009.

GEPEC. **Interações e Transformações**. 5<sup>a</sup> ed. Ed. EDUSP, 2008.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química 1, 2 e 3**. Ed. Scipione, 2013.

MUNAKATA, K. **O livro didático: alguns temas de pesquisa**. Rev. bras. hist. educ., Campinas-SP, v. 12, n. 3, p. 179-197, 2012.

NUNES-MACEDO, M. S. A.; MORTIMER, E. F.; GREEN, J. **A constituição das interações em sala de aula e o uso do livro didático: análise de uma prática de letramento no primeiro ciclo**. Rev. Bras. Educ., n. 25, p. 18-29, 2004.

PINHEIRO, N. A. M. SILVEIRA, R. M. C. F. BAZZO, W. A. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: A relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio**. Ciência e Educação, v. 13, n.1, p. 71-84, 2007.

QUADROS, A. L. **Entendendo o Ciclo da Água (Coleção Temas de Estudo em Química)**. 1. ed. Contagem – MG/Brasil: Didática Editora do Brasil Ltda, 2016.

QUADROS, A. L.; CARVALHO; COELHO, F. S.; SALVIANO, L.; GOMES, M. F. P. A.; MENDONÇA, P. C.; BARBOSA, R. K. **Os professores que tivemos e a formação de nossa identidade como docentes: um encontro com nossa memória**. Ensaio, v. 7, n. 1, p. 9-18, 2005.

QUADROS, A. L.; SILVA, G. F. **A água na Natureza (Coleção Temas de Estudo em Química)**. 1. ed. Contagem – MG/Brasil: Didática Editora do Brasil Ltda, 2016.

QUADROS, A. L.; SILVA, G. F.; MARTINS, D. C. S. **As plantas e o Ciclo dos Elementos (Coleção Temas de Estudo em Química)**. 1. ed. Contagem – MG/Brasil: Didática Editora do Brasil Ltda, 2016.

QUADROS. A. L. **A Água como Tema Gerador do Conhecimento Químico**. Química Nova na Escola, n. 20, p. 26-31, 2004.

RODRIGUES, V. B.; QUADROS, A. L. **Contribuições do ensino de Química na perspectiva CTS para a aprendizagem de conceitos científicos**. Revista Debates em Ensino de Química, v. 5, n. 1, p. 45-58, 2019.

SANTOS, F. M. T. **Unidades temáticas: produção de material didático por professores em formação inicial**. Experiências em Ensino de Ciências, v. 2, n. 1, p. 01-11, 2007b.

SANTOS, W. L. P. MORTIMER, E. F. **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S**

**(Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira.** Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências. v. 2, n. 2, p. 1-23, 2002.

**SANTOS, W. L.P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica.** Ciência & Ensino, v. 1, número especial, 2007a.

**SILVA, K. M. A. SHUVARTZ, M. OLIVEIRA, L.G. Manifestações do enfoque CTS na prática pedagógica de professores de Biologia: O Repensar da Organização Curricular.** In. **Ensino de Ciências e Matemática, Repensado Currículo, Aprendizagem, Formação de Professores e Políticas Públicas.** Org. ECHEVERRIA, A. R. CASSIANO, K. F. D. COSTA, L.S O. Unijuí. 2014

**UMMELS, M. Promoting conceptual coherence within biology education based on the concept-context approach.** Radboud University Nijmegen, 2014. Disponível em: [https://elbd.sites.uu.nl/wpcontent/uploads/sites/108/2017/03/Ummels2014\\_tbv\\_ecologie\\_havo.pdf](https://elbd.sites.uu.nl/wpcontent/uploads/sites/108/2017/03/Ummels2014_tbv_ecologie_havo.pdf) Acesso em 19/03/2018

**VOS, M. A. J. Interaction between teachers and teaching materials: on the implementation of context based chemistry education.** Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven, 2010.

## MODELOS DIDÁTICOS DE LICENCIANDOS EM QUÍMICA E EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – RECOMENDAÇÕES PARA O PROCESSO FORMATIVO

**Terezinha Iolanda Ayres-Pereira**  
**Maria Eunice Ribeiro Marcondes**  
**Marco Antônio Montanha**  
**Ronan Gonçalves Bezerra**

**PALAVRAS-CHAVE:** Modelo didático pessoal, Formação de professores de Química, Ensino de Química.

### TEACHING MODELS OF CHEMISTRY AND BIOLOGY PROSPECTIVE TEACHERS – RECOMMENDATIONS FOR A FORMATIVE PROCESSES

**ABSTRACT:** The didactic model is pointed as an important tool to identify teachers' conceptions about teaching. In this work were identified the conceptions of 56 students of Biological Sciences and 49 of Chemistry, from a country city of MG, who responded to an instrument, prepared to identify the Personal Teaching Model of teachers. From the answers, the Hybridism Degree and the Coherence Degree of the Personal Didactic Model were calculated, as well as the agreement with the prepositions of the traditional and alternative models. The results indicate that the students present hybrid and incoherent didactic models and believe that the knowledge construction occurs when they allow the student participation in the classes, disregarding other dimensions of teaching. The results make evident the need to invest in teacher training with readings and discussions about students' conceptions and strategies to

**RESUMO:** O modelo didático é apontado como importante ferramenta na identificação das concepções dos professores sobre o ensino. Neste estudo foram identificadas as concepções de 56 estudantes do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas e 49 do curso de Licenciatura em Química, de uma cidade do interior de MG, que responderam a um instrumento, preparado para identificar o Modelo Didático Pessoal de professores. A partir das respostas, foram calculados o Grau de Hibridismo e o Grau de Coerência do Modelo Didático Pessoal, assim como identificada a concordância com as preposições dos modelos tradicional e alternativo. Os resultados apontam que os estudantes apresentam modelos didáticos híbridos e incoerentes e acreditam que a construção do conhecimento se dá quando permitem a participação do aluno nas aulas, desconsiderando as outras dimensões do ensino. Os resultados tornam evidente a necessidade de se investir na formação dos futuros professores com leituras e discussões sobre as concepções dos alunos e estratégias para construir os conhecimentos.

build knowledge.

**KEYWORDS:** Personal didactic model, Chemistry teacher education, Chemistry teaching.

## 1 | INTRODUÇÃO

Diversos estudos apontam problemas relacionados com a prática pedagógica na formação de professores de Biologia e Química, com ausência de articulação entre as disciplinas pedagógicas e as disciplinas específicas, resultando em uma formação de professores metodologicamente frágil, professores pouco habilitados para promover a construção dos conhecimentos com seus alunos, que utilizam práticas geralmente tradicionais, permeadas pela experiência que tiveram como estudantes e se apoiando quase totalmente no livro didático para a preparação de suas aulas, (GATTI e NUNES, 2009; KASSEBOEHMER, 2006). A mudança desse quadro passa por conhecer o modelo didático desses estudantes de licenciatura, identificando os possíveis entraves, como forma de planejar a formação.

O modelo didático pessoal do professor pode indicar como e por que os professores escolhem o que pretendem ensinar (SANTOS Jr., 2009), podendo esclarecer o vínculo entre as concepções dos professores e suas práticas (GARCIA PEREZ, 2000), estando diretamente relacionado com as escolhas que o professor faz ao planejar o seu ensino (LOPES, SILVA JR, SANTOS JR e MARCONDES, 2017). De acordo com os autores, a pesquisa do modelo didático pessoal também pode ser apropriada para estudantes de licenciatura como forma de conhecer suas concepções de ensino e planejar ações formativas.

Garcia Perez (2000), identificou modelos didáticos para cada uma das cinco etapas do planejamento do ensino, denominadas de cinco dimensões do ensino: objetivo do ensino, conteúdo a ser ensinado, contribuição esperada do aluno, metodologia e avaliação. São quatro os modelos didáticos que, de acordo com o autor, podem ser apresentados pelo professor: o modelo Tradicional (T), baseado na transmissão do conhecimento, no predomínio de informações conceituais, na figura do professor como detentor do saber, com aulas expositivas e avaliações centradas no ato de recordar conteúdos; o modelo Tecnológico (C), no qual o professor, também detentor do saber, apresenta uma perspectiva técnica para o ensino, às vezes levando em conta os saberes dos alunos, porém os considerando como erros a serem corrigidos, com aulas expositivas e práticas de descoberta, e com a avaliação voltada para os resultados; no modelo Espontaneista (E), o foco do professor são as ideias e a realidade imediata dos alunos, os conteúdos a serem tratados estão presentes nessa realidade, há valorização das habilidades e interesses dos alunos, a metodologia baseada na descoberta espontânea, tendo o professor o papel de coordenar as atividades que são desenvolvidas pelos alunos. No quarto modelo, Alternativo (A), o professor tem como foco o conhecimento integrado por diversos

aspectos, social, ambiental, cotidiano, além do escolar, considera tanto o interesse, como as ideias dos estudantes para a construção desses conhecimentos, utiliza uma metodologia baseada na investigação e avalia a evolução desses conhecimentos.

Ayres-Pereira (2013) e Lopes, Silva Jr, Santos Jr e Marcondes (2017), analisando as características dos modelos didáticos, segundo Garcia-Pérez (2000), concordam que os modelos tradicional e tecnológico são representantes de uma tendência ao ensino tradicional, enquanto os modelos espontaneista e alternativo são representantes de uma tendência de ensino construtivista. Essas características estão condensadas na figura 1.

Tendência	Modelo	Objetivo	Conteúdo	Ideias e interesses dos alunos	Metodologia	Avaliação
Ensino Tradicional	Tradicional	Transmitir cultura e conteúdos vigentes	Disciplinar e Conceitual	Não são considerados no plano	Transmissão para reprodução	Provas que exigem recordar
	Tecnológico	Promover formação moderna e eficaz com objetivo	Conteúdos conceitos e procedimentos	São considerados como erros conceituais	Atividades programadas e dirigidas pelo professor	Centrada na mediação detalhada da aprendizagem
Ensino Construtivista	Espontaneista	Realidade imediata	Atitudes e conteúdo da realidade	Consideram o interesse, mas não as ideias	O professor é um líder e os alunos fazem trabalhos em grupo, com descobertas	Habilidades e atitudes, a partir do trabalho dos alunos
	Alternativo	Entender o mundo e enriquecer o conhecimento	Disciplinares, cotidianos, contextuais, sociais, ambientais	Fundamentais no processo de construção do conhecimento	Investigação para resolução de problemas coordenada pelo professor	Atividades diversas para avaliar a evolução do conhecimento

Figura 1: Algumas características dos modelos didáticos, segundo Garcia-Pérez (2000)

Diversas pesquisas apontam que os professores apresentam modelos didáticos confusos e híbridos, com características dos diversos modelos (CAVALCANTE e SILVA, 2008; SANTOS Jr. e MARCONDES, 2008, 2010; GUIMARÃES, ECHEVERRÍA E MORAES, 2006; PREDEBON e DEL PINO, 2009; AYRES-PEREIRA, 2013; GOMES, 2014; LOPES, SILVA JR, SANTOS JR e MARCONDES, 2017).

Ayres-Pereira (2013) identificou que professores de Ciências que trabalham ensinando Química no 9º ano do Ensino Fundamental II apresentavam modelos didáticos com alto grau de hibridismo e pouca coerência em relação aos modelos representativos de um ensino de base construtivista, ressaltando ser esse um problema que pode impedir que esses professores consigam desenvolver práticas de ensino que permitam a formação de cidadãos capazes de interpretar e atuar no mundo em que vivem.

No presente estudo, apresentamos os resultados de uma pesquisa sobre os modelos didáticos de estudantes de licenciatura em Ciências Biológicas e em Química, na qual utilizamos o instrumento proposto por Santos Jr. (2009) e os parâmetros construídos por Ayres-Pereira (2013) e Lima (2013), para identificar o grau de hibridismo e a coerência dos modelos didáticos com uma tendência construtivista. Participaram desse estudo 56 estudantes do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas e 49 estudantes do Curso de Licenciatura em Química de uma Universidade presente em uma cidade do interior de Minas Gerais. O interesse em pesquisar também as concepções dos estudantes do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas se justifica pelo fato de que, pela legislação em Minas Gerais, são esses os futuros professores de Ciências do Ensino Fundamental das escolas públicas sendo, portanto, responsáveis pelo início do ensino dos conceitos fundamentais da Química, no 9º ano do Ensino Fundamental II.

## 2 | CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS

O questionário do modelo didático pessoal (SANTOS Jr., 2009), em anexo, foi aplicado aos estudantes em um mesmo dia, com o auxílio de professores da unidade. Os estudantes receberam informações sobre a pesquisa e seus objetivos antes de assinar o Termo de Consentimento e Livre Esclarecido. A seguir responderem ao instrumento, sendo orientados a assinalar concordância ou discordância com as proposições apresentadas, expressando 3 (concordância total); 2 (concordância parcial); 1 (discordância parcial) ou 0 (discordância total). As respostas foram analisadas e categorizadas.

Os dados foram tabelados e foi realizado o cálculo do Grau de Hibridismo do Modelo Didático Pessoal (GH) e o Grau de Coerência do Modelo Didático Pessoal (GC), de acordo com o referencial de Ayres-Pereira (2013) e Lima (2013).

O Hibridismo de um Modelo Didático Pessoal é uma medida da contribuição de cada um dos modelos na constituição do Modelo Didático Pessoal do professor (Lima, 2013). O Grau de Hibridismo (GH), foi definido pelo Grupo de Pesquisa em Educação Química (GEPEQ) como “a medida da heterogeneidade dos modelos didáticos que constituem o modelo didático pessoal, podendo ser calculado a partir da medida da participação dos diferentes modelos, no modelo didático do

professor” (Ayres-Pereira, 2013, p.92). Considerando que cada modelo pode ser aceito pelo professor nas 5 dimensões consideradas (objetivos do ensino, conteúdo, interesse do aluno, estratégias e avaliação), o GH é calculado dividindo-se o número de concordâncias externadas para as afirmações de um dado modelo por 5, e somando-se os resultados obtidos. A equação para o cálculo é  **$GH = T/5 + C/5 + E/5 + A/5$** , sendo: T = concordâncias com as proposições do modelo tradicional; C= concordâncias com as proposições do modelo tecnológico; E= concordâncias com as proposições do modelo Espontaneista e A= concordâncias com as proposições do modelo alternativo. Se nas cinco dimensões houver aceitação de um único modelo didático, o GH será 1 e o modelo didático não será híbrido. O maior grau de hibridismo corresponde à concordância com todos os modelos didáticos, em todas as dimensões do ensino. Nesse caso o GH será igual a 4.

A coerência está relacionada às concordâncias do professor com proposições de tendência construtivista que os modelos espontaneista e alternativo expressam (LIMA, 2013). O Grau de Coerência do Modelo Didático Pessoal (GC) pode ser definido como a medida da coerência do modelo didático pessoal em relação à tendência do ensino por construção do conhecimento, podendo indicar a tendência do professor em aceitar ou recusar as proposições que correspondem à tendência construtivista, o que permite guiar ações de formação nesse sentido. O modelo didático pessoal apresenta mais alto grau de coerência em relação aos modelos de tendências construtivistas, quando o professor concorda com todas as proposições dos modelos Espontaneista e Alternativo, discorda de todas as proposições dos modelos Tradicional e Tecnológico, não discordando, portanto, de nenhuma das proposições dos modelos Espontaneista e Alternativo e não concordando com as proposições dos modelos Tradicional e Tecnológico. Com base nesses parâmetros, o GC pode ser calculado pela equação  **$GC = n(E + A) + m(T + C) - x(E + A) - z(T + C)$** , onde **n** é número de proposições dos modelos E e A, marcadas com 2 ou 3; **m** é o número de proposições dos modelos T e C, marcadas com 0 ou 1; **x** é número de proposições dos modelos E e A, marcadas 0 ou 1 e **z**: número de proposições dos modelos T e C, marcadas com 2 ou 3. O maior grau de coerência para uma dada dimensão é 4, isto é, o professor concorda com as afirmações para aquela dimensão, dos modelos didáticos E e A e discorda com as dos modelos T e C. Quanto maior for GC, maior é a coerência apresentada pelo professor com a tendência construtivista.

Neste estudo, calculamos também o percentual de estudantes que concordou com o modelo didático tradicional e com o modelo didático alternativo em cada turma, como forma de comparar e identificar se o processo formativo que é oferecido pelos respectivos cursos favorece a construção de um modelo didático que se aproxima da tendência construtivista. O processo formativo foi identificado a partir da análise do Projeto Pedagógico dos dois cursos.

### **3 | RESULTADOS E ANÁLISES**

Os cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas e Licenciatura em Química são oferecidos no turno noturno. O ingresso é anual e as matrículas são semestrais, por disciplina. Os estudantes, em sua maioria, são trabalhadores em diferentes setores e residentes na cidade ou nas pequenas cidades da microrregião.

O curso de Licenciatura em Ciências Biológicas apresenta uma carga horária de 3270 horas, distribuídas em, no mínimo, oito semestres. Dessas, 225 horas correspondem a disciplinas obrigatórias, voltadas para a formação docente e que se propõem a discutir aspectos pedagógicos: Psicologia da Aprendizagem (30h – 1º período); Didática (60h, 3º período); Instrumentação para o Ensino de Ciências (45h, 5º período); Instrumentação para o Ensino de Biologia (45h, 6º período) e Laboratório de Ensino de Ciências (45h, 7º período). Também constam 120 horas voltadas para a Prática de Formação Docente, que é uma disciplina obrigatória extraclasse e 405 horas para o Estágio Supervisionado. O curso oferece como não obrigatória, a disciplina Metodologia de Ensino de Ciências, que apresenta 30h de carga horária.

O curso de Licenciatura em Química apresenta uma carga horária de 3180 horas, distribuídas em, no mínimo, oito semestres. Dessas, 150 horas correspondem a disciplinas obrigatórias voltadas para a formação docente, com disciplina que se propõem a discutir aspectos pedagógicos, como: Didática (60h, 3º período); Instrumentação para o Ensino de Ciências (45h, 5º período) e Instrumentação para o Ensino de Química (45h, 6º período). Também constam 120 horas voltadas para a Prática de Formação Docente, que é uma disciplina obrigatória extraclasse e 420 horas para o Estágio Supervisionado. O curso oferece como não obrigatória, a disciplina Tópicos Especiais em Ensino de Ciências, que apresenta 30h de carga horária.

Nos dois cursos os estudantes são incentivados a participar de um dos 12 projetos do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) que a unidade apresenta.

Responderam ao questionário do modelo didático pessoal 56 estudantes do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas e 49 estudantes do Curso de Licenciatura em Química, distribuídos nas respectivas turmas, como apresentado no quadro 1.

Licenciatura em Ciências Biológicas	Licenciatura em Química
1º Período – 1BIO – 22 estudantes	1º Período – 1QUI – 16 estudantes
3º Período – 3BIO – 08 estudantes	3º Período – 3QUI – 08 estudantes
5º Período – 5BIO – 15 estudantes	5º Período – 5QUI – 13 estudantes
7º Período – 7BIO – 11 estudantes	7º Período – 7QUI – 12 estudantes

Quadro 1: Distribuição dos estudantes participantes da pesquisa, por turmas

### 3.1 Cálculo do Grau de Hibridismo (GH)

O GH foi calculado para as respostas de todos os estudantes, para todas as turmas, utilizando a equação descrita anteriormente. Nenhum estudante de nenhuma turma apresentou GH igual a 1, o que significa que nenhum estudante apresentou um modelo didático único, ou seja, todos os estudantes apresentaram modelos didáticos híbridos. Apenas em 3 turmas (5BIO, 3QUI e 7QUI) os estudantes apresentaram GH maior que 1,0 e menor que 2,0, indicando uma certa tendência de ensino. Os resultados são apresentados na figura 2.

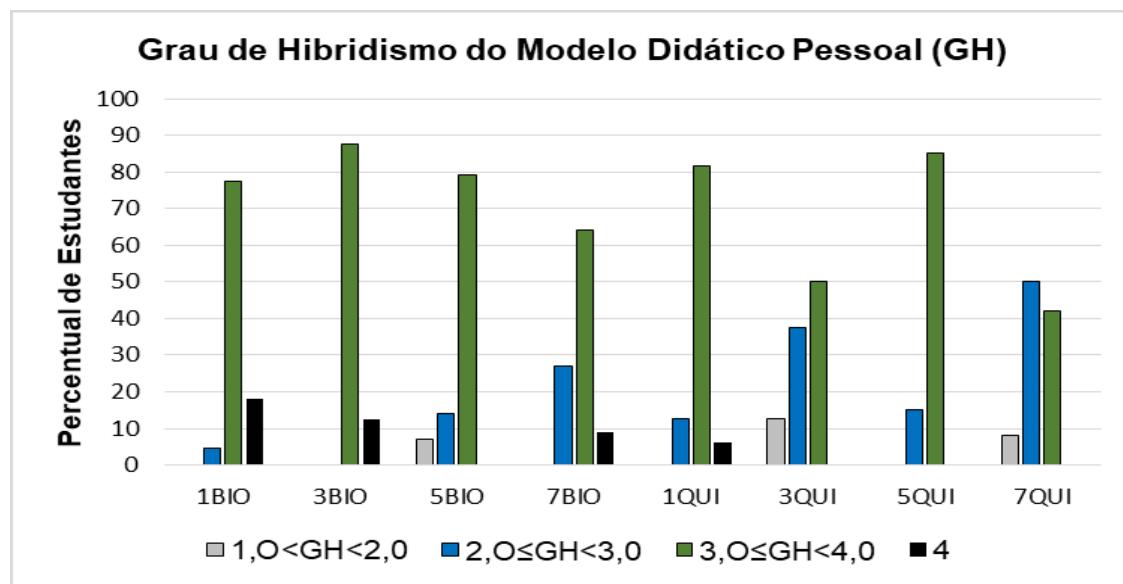


Figura 2: Percentual de estudantes por turma, em relação ao Grau de Hibridismo (GH).

Os resultados demonstram que os modelos didáticos da maioria dos estudantes dos dois cursos são extremamente híbridos, com GH maior que 2,0. Esse resultado equivale ao encontrado por Santos Jr e Marcondes (2010), Ayres-Pereira (2013) e Lima (2013). O menor grau de Hibridismo é encontrado no 7º período de Química e pode ser resultado das leituras e discussões propostas pelas disciplinas Instrumentação para o Ensino de Ciências e Instrumentação para o Ensino de Química, que ocorreram no 5º e no 6º período, respectivamente.

### 3.2 Grau de Coerência (GC)

O GC foi calculado a partir das respostas de todos os estudantes, para cada dimensão do ensino, utilizando a equação apresentada anteriormente. Na sequência, foi calculada a média do GC das cinco dimensões do ensino, para cada estudante. Foi então calculado o percentual de estudantes, em cada faixa de GC médio, por turma. Esses resultados são apresentados na figura 3 e demonstram que a maioria dos estudantes dos dois cursos apresenta modelos didáticos muito incoerentes em relação aos modelos construtivistas, uma vez que os valores de GC foram

extremamente baixos. Nenhum estudante, dos dois cursos, apresentou GC igual ou maior que 3,0.

Analisando os resultados em relação aos estudantes de Licenciatura em Ciências Biológicas, observamos que é possível que as disciplinas pedagógicas sejam responsáveis pela redução do percentual de estudantes com Grau de Coerência menor que 1,0 e pelo acréscimo do percentual de estudantes com Grau de Coerência próximos de 2,0, porém o reduzido número de estudantes com Grau de Coerência maior ou igual a 2,0 é preocupante e reforça a ideia de que as disciplinas pedagógicas precisam provocar a discussão sobre o trabalho do professor, com foco na construção do conhecimento. Essa ideia é reforçada pelos resultados encontrados no 7º período de Química, em que se tem menor porcentagem de estudantes com GC mais baixo e maior porcentagem com GC mais altos que todos os demais. Esses estudantes, no 5º e no 6º períodos, tiveram disciplinas cujos planos de ensino apresentaram artigos científicos para leitura e provocaram discussões com foco no processo de construção do conhecimento.

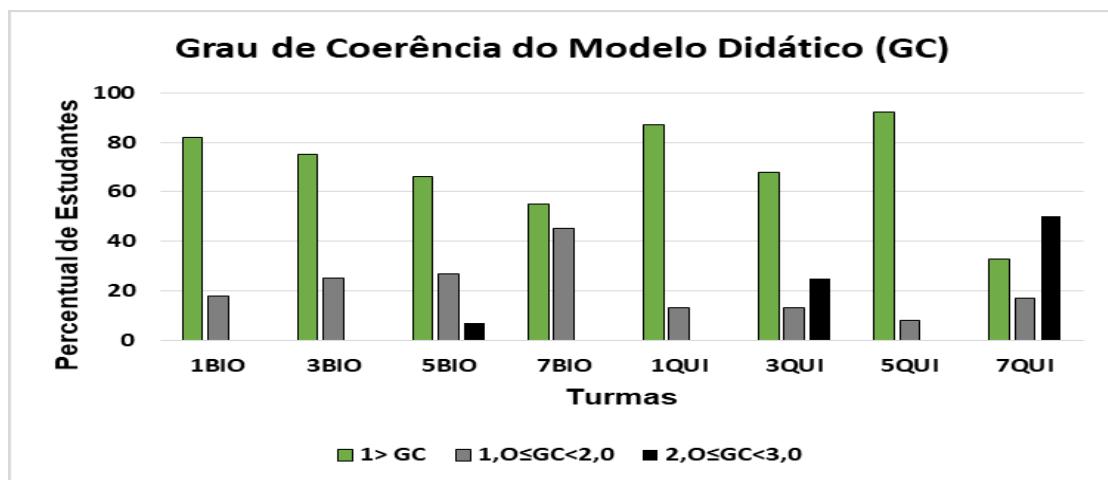


Figura 3: Percentual de estudantes por turma, em relação ao Grau coerência (GC))

### 3.3 As manifestações dos estudantes quanto aos Modelo Tradicional e Alternativo

Considerando que o modelo tradicional (T) representa a culminância da tendência de ensino tradicional, enquanto que o modelo Alternativo (A), representa o ápice da tendência construtivista, buscamos comparar o percentual de estudantes de cada turma que apresentou concordância com as proposições desses dois modelos, em cada dimensão do ensino, como forma de melhor compreender suas concepções.

Os resultados apresentados pelos estudantes do curso de Ciências Biológicas (figura 4), reforçam a ideia de que os modelos didáticos dos estudantes de licenciatura são híbridos e incoerentes, visto que eles concordam com proposições antagônicas em quatro das cinco dimensões. Uma menor concordância em relação ao modelo tradicional foi verificada na dimensão contribuição dos alunos, decrescendo do 1º

período para o 7º, tal diminuição é acompanhada pelo aumento da concordância em relação às proposições do modelo alternativo, o que seria desejável, não só nesta, mas em todas as dimensões do ensino. Esses resultados coincidem com aqueles encontrados por Ayres-Pereira (2013) em sua investigação com professores de Ciências. Aparentemente, os estudantes de licenciatura e professores acreditam que promovem a construção do conhecimento quando permitem a participação dos alunos nas aulas, sem levar em consideração que essa construção é um processo muito mais amplo, que demanda ações em todas as dimensões do ensino planejadas sob a ótica de um processo de ensino-aprendizagem de natureza construtivista.

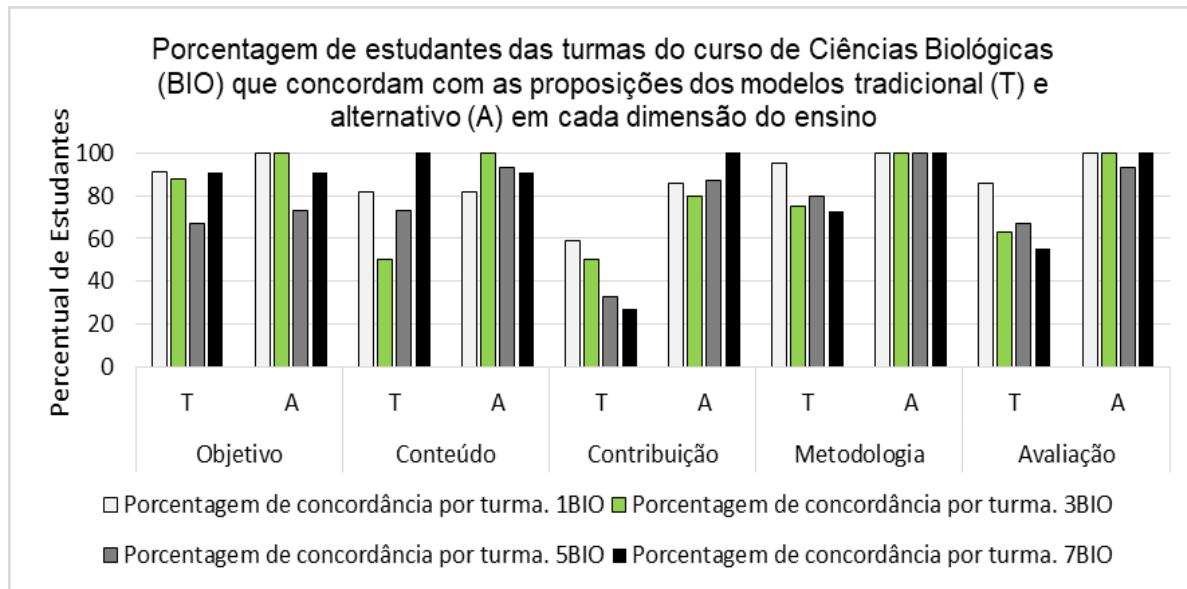


Figura 4: Porcentagem de estudantes das turmas do curso de Ciências Biológicas (BIO), que concordam com as proposições dos modelos tradicional (T) e alternativo (A) em cada dimensão do ensino.

Os resultados apresentados pelos estudantes do curso de Licenciatura em Química são apresentados na figura 5.

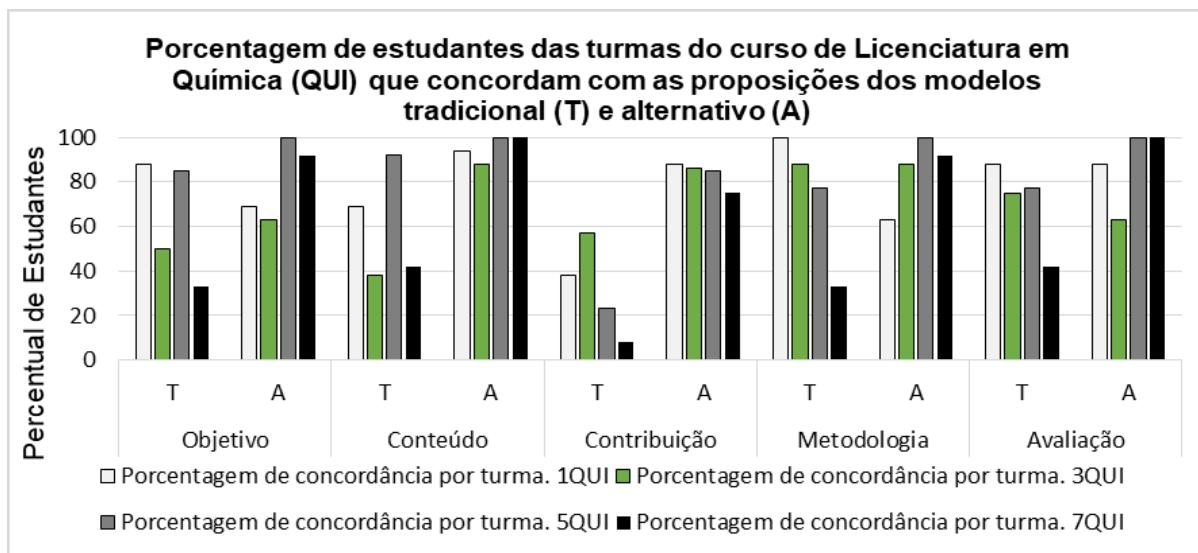


Figura 5: Porcentagem de estudantes das turmas do curso de Licenciatura em Química (QUI), que concordam com as proposições dos modelos tradicional (T) e alternativo (A) em cada dimensão do ensino.

Assim como nas turmas do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, verificamos uma menor aceitação das proposições do modelo tradicional e uma maior aceitação das proposições do modelo alternativo na dimensão contribuição do aluno, reforçando a hipótese de uma compreensão equivocada do processo de construção do conhecimento. Esse resultado se difere daquele encontrado por Lima (2013) quando investigou os modelos didáticos de professores de Química. Em seu estudo, a autora encontrou maior aceitação em relação às proposições do modelo alternativo na dimensão avaliação.

Os resultados deste estudo mostram que a turma do 7º período do curso de Química se destaca porque apresenta menor aceitação do modelo tradicional e maior concordância com as proposições do modelo alternativo em todas as dimensões do ensino, reforçando a ideia de que a prática da leitura e discussão de artigos científicos com foco na discussão de aspectos pedagógicos e formação do modelo didático pode resultar em melhor compreensão do processo de construção do conhecimento com os alunos.

## 4 | CONSIDERAÇÕES

Os resultados apresentados neste estudo reforçam a ideia de que os cursos de formação inicial de professores devem não somente ampliar a formação na interface ciências-conhecimentos pedagógicos e, além disso, os professores formadores deveriam promover junto aos futuros professores, ações formativas como leituras e discussões sobre a construção do conhecimento em todas as dimensões do ensino, sobre experiências de ensino baseadas em perspectivas construtivistas, como forma de ampliar a concepção que esses estudantes apresentam, de maneira a compreender que a elaboração do próprio conhecimento não se limita a considerar a participação dos alunos nas aulas ou os interesses que apresentam.

Segundo Novais, Siqueira e Marcondes (2011), o modelo alternativo é complexo por considerar, ao mesmo tempo, a participação ativa do aluno e o papel do professor como investigador, de forma que o processo de ensino e aprendizagem constitua em progressiva evolução dos alunos em relação à compreensão e atuação na própria realidade.

Essa complexidade reforça a ideia de que não basta um discurso sobre a necessidade de ensinar a partir da construção do conhecimento para que os estudantes dos cursos de licenciatura consigam aprender como devem agir nesse processo. É necessário ir além e, discutir, com base em modelos teóricos, pesquisas na área e experiências de ensino, como os alunos aprendem, que concepções esses alunos podem trazer, como elaborar atividades investigativas, sejam experimentais ou não e como avaliar.

## REFERÊNCIAS

- AYRES-PEREIRA, Terezinha Iolanda. **Transformações Químicas: Visões e práticas de Professores de Ciências.** 2006, 216p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química). Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo: 2013.
- CAVALCANTE, Dannuza D.; SILVA, Aparecida de F. A. **Modelos Didáticos de professores: concepções de ensino-aprendizagem e experimentação.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 15, 2008. Anais do XV Encontro Nacional de Ensino de Química, Curitiba: UFPR, 2008.
- GARCIA-PÉREZ, Francisco F. **Los modelos didácticos como instrumento de análisis y de intervención en la realidad educativa.** Revista bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales, Barcelona, n.207, fev., 2000.
- GATTI, Bernadete A. e NUNES, Marina M. R. **Formação de professores para o Ensino Fundamental: estudo de currículos das licenciaturas em Pedagogia, Língua Portuguesa, Matemática e Ciências Biológicas.** Coleção Textos FCC. v.29, mar. 2009. 1984-6010
- KASSEBOEHMER, Ana Claudia. **Formação Inicial de Professores: Uma Análise dos Cursos de Licenciatura em Química das Universidades Públicas do Estado de São Paulo.** 2006, 162p. Dissertação (Mestrado em Química). Programa de Pós-graduação em Química, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo: 2006.
- LIMA, Viviani A. **Um processo de reflexão orientada vivenciado por professores de Química: O ensino experimental como ferramenta de mediação.** Tese de doutorado. Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo: 2013.
- LOPES, JGS; SILVA JR, LA; SANTOS JR, J.B.; MARCONDES, M. E. R. **Modelos Didáticos como estratégia para refletir sobre a formação de professores.** In: XI Encontro Nacional de Ensino de Ciências, 2017, Florianópolis. Anais XI ENPEC, 2017. p. 1-13
- NOVAIS, Robson M., SIQUEIRA, Cláudia T. e MARCONDES, Maria Eunice R. **Modelos Didáticos: um referencial para reflexão sobre as crenças didáticas de professores.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8. 2011, Campinas. Ata do VIII ENPEC. Campinas: ENPEC, 2011.
- PREDEBON, Flaviane e DEL PINO, José Claudio. **Uma análise evolutiva de modelos didáticos associados às concepções didáticas de futuros professores de química envolvidos em um processo de intervenção formativa.** Investigações em Ensino de Ciências – V14(2), pp. 237-254, 2009.
- SANTOS Jr., João B. **Colaboração Mediada como Ferramenta na Reestruturação do Sistema de Crenças Pedagógicas sobre Ensino e Aprendizagem do Professor de Química.** 2009, 192p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química). Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo: 2009.
- SANTOS Jr., João B. e MARCONDES, Maria Eunice R. **Um estudo sobre os modelos didáticos de um grupo de professores de Química.** Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 12, n. 3, p. 101-116, 2010.
- SANTOS Jr., João B. e MARCONDES, Maria Eunice R. **Identificando os modelos didáticos de um grupo de professores de Química.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2008. Anais do XV Encontro Nacional de Ensino de Química, 2008.

## ANEXO: INSTRUMENTO PARA IDENTIFICAR O MODELO DIDÁTICO

ESTUDANTE \_\_\_\_\_ PERÍODO \_\_\_\_\_ CURSO \_\_\_\_\_

Por favor, dê um valor de concordância para cada um dos itens relacionados na tabela, no que diz respeito às suas futuras aulas. **3 = concordância total, 2 = concordância parcial, 1= discordância parcial e 0 = discordância total.**

### 1- Qual o meu objetivo maior em ensinar química aos meus alunos?

Objetivo maior	Valor
Para que meu aluno possa se tornar um indivíduo dotado da cultura vigente.	
Para que meu aluno tenha uma formação eficiente e moderna, ou seja, esteja inserido no mundo tecnológico no qual todos nós precisamos conviver	
Para que meu aluno se torne um cidadão crítico, ético e atuante no mundo em que vive.	
Para que meu aluno possa enriquecer progressivamente seus conhecimentos e vá aos poucos conseguindo fazer leituras cada vez mais complexas do mundo em que vive.	

### 2- Que conteúdo de química devo ensinar aos meus alunos?

Conteúdo	Valor
Uma síntese dos conceitos químicos mais importantes.	
Uma síntese dos conceitos químicos mais importantes, combinados com aplicações tecnológicas desses conceitos.	
Conceitos químicos presentes nos fenômenos que se apresentam no cotidiano do aluno.	
Conhecimentos que permitam a integração nos níveis científico, social, histórico e ambiental	

### 3- Qual a contribuição das concepções e interesses do meu aluno em relação à escolha dos conteúdos?

Contribuição	Valor
O fundamental para a escolha dos conteúdos não é o interesse ou as concepções do aluno e sim a capacidade profissional do professor em escolher os conteúdos adequados para o ensino.	
Os interesses não precisam ser considerados, as concepções sim. Caso essas concepções sejam erradas devem, com o ensino, ser substituídas pelo aluno por concepções mais próximas das científicas.	.
As concepções não precisam ser consideradas, os interesses sim, pois dessa forma o estudo de química pode ser mais atraente e significativo para o aluno.	
As concepções e os interesses devem nortear a escolha dos conteúdos que irão ser trabalhados.	

### 4-Como devo ensinar química aos meus alunos?

Metodologia	Valor
Como professor, devo estar apto a transmitir conhecimento ao meu aluno e manter uma ordem mínima necessária para que seja possível o trabalho; o aluno, por sua vez, se fizer a sua parte, ou seja, prestar atenção às aulas, fizer as atividades e se esforçar um pouco, poderá aprender química com sucesso.	

Como professor, devo combinar aulas expositivas com aulas práticas, usando todos os recursos didáticos que disponho e atuar dentro da sala como um administrador das atividades; o aluno, por sua vez, deve fazer as atividades propostas.	
Como professor, devo propor atividades que estimulem a capacidade de meu aluno de analisar, julgar, criticar e exercer a sua cidadania, além é claro, de aprender química; devo atuar dentro da sala como um coordenador; o aluno é o centro do processo de ensino-aprendizagem.	
Como professor, devo propor situações problema para o meu aluno e atividades que permitam ao aluno ir resolvendo esse problema, dentro da sala devo atuar como um mediador e um investigador no processo de ensino-aprendizagem, o aluno tem um papel ativo na construção e reconstrução do seu conhecimento.	

## 5. Como deve ser a minha forma de avaliar os meus alunos?

Avaliação	Valor
A minha avaliação deve cobrir o conteúdo trabalhado e com instrumentos individuais do tipo provas e listas de exercícios preferencialmente, visando identificar o conhecimento adquirido pelo aluno durante o período.	
A minha avaliação deve cobrir o conteúdo trabalhado, os instrumentos não precisam ser especificadamente individualizados, mas precisam me dar dados confiáveis para medir a aprendizagem e analisar o processo de ensino-aprendizagem.	
A minha avaliação deve privilegiar a mudança atitudinal do meu aluno, as habilidades e competências construídas no processo de ensino-aprendizagem, por isso a minha observação é um fator importantíssimo.	
A minha avaliação deve privilegiar a evolução dos conhecimentos do meu aluno no processo de ensino-aprendizagem; posso utilizar instrumentos individualizados ou coletivos, a minha observação. Essa avaliação também me orienta a fazer as modificações necessárias no processo, visando um melhor rendimento dos meus alunos.	

## EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE ENERGIA A PARTIR DO PRINCÍPIO DA CONSERVAÇÃO: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

**José Vieira do Nascimento Júnior**

Universidade Estadual de Feira de Santana,  
Departamento de Ciências Exatas, Feira de  
Santana- Bahia

**RESUMO:** Este trabalho tem o propósito de apresentar como ocorreu, epistemologicamente, o processo de matematização da natureza, através da construção histórica de uma grandeza que representasse o atributo da conservação dos elementos primordiais da natureza: matéria e energia. O trabalho, de natureza qualitativa, trata de uma pesquisa bibliográfica. Descreve-se nele algumas controvérsias entre atomistas pré-socráticos, passando por Descartes, Leibniz, Newton e Lavoisier, entre outros, até os dia do século XX, em Einstein, quando o princípio da Conservação da Matéria e Energia e vice-versa se amplia para o da Conversão.

**PALAVRAS-CHAVE:** Energia, Leis da conservação, Matematização.

**EVOLUTION OF THE CONCEPT OF ENERGY  
FROM THE CONSERVATION PRINCIPLE:  
SOME CONSIDERATIONS**

**ABSTRACT:** This paper aims to present how

the process of mathematization of nature has occurred through the historical construction of a quantity that represents the conservation attribute of the primordial elements of nature: matter and energy. This work has a qualitative nature according its bibliographical research. Some controversies are described between pre-Socratic atomists, including Descartes, Leibniz, Newton and Lavoisier, among others, until the twentieth century, in Einstein, when the principle of Conservation of Matter and Energy and vice versa has changed to mass-energy conversion.  
**KEYWORDS:** Energy, Laws of Conservation, Mathematics.

### 1 | INTRODUÇÃO

Raramente se vê referências aos fatos históricos e filosóficos que antecederam a construção do princípio da conservação da energia e da matéria na forma como se tem promovido o ensino de Química e Física.

Entretanto, atualmente há um crescente interesse dos alunos pelas disciplinas científicas quando o professor conduz sua prática de forma reflexiva, discutindo, problematizando e interpretando o significado dos conceitos científicos numa perspectiva histórica, o que possibilita novos horizontes para uma reflexão filosófica dentro dos limites

da ciência, o que é recomendável do ponto de vista pedagógico, mas que não deve dar-se em detrimento da capacidade de cálculo. Pelo contrário, que seja suficiente para a formação dos conceitos e a construção de um discurso científico que aproxime conhecimento científico e o saber ensinado, tendo como um dos produtos dessa construção o desenvolvimento da capacidade de fazer previsões precisas dos fenômenos naturais, o que é próprio da Ciência, e que se originou da matematização desse discurso, sendo introduzida historicamente por Kepler, Galileo, Descartes e Leibniz (KOYRÉ, 2001).

As ideias sobre a conservação remontam a tempos imemoriais. O princípio da conservação, que pode ser aplicado a entes como a matéria e energia nas transformações físico-químicas e à quantidade de movimento, remonta a épocas cujo pensamento mitológico levou à concepção de mitos cosmogônicos, imbricados com as alegorias de deuses com características humanas. A pergunta que se fazia era: Qual é a origem do universo e de todas as coisas? A esta questão, antigos povos como os hebreus, babilônicos, além dos gregos na era mitológica (até séc. VI a.C.) tentaram encontrar respostas atribuindo aos deuses a ordenação do caos inicial que deu origem ao Universo. Nesse sentido, haveria um início para o universo: a matéria-prima desse universo em formação seria o caos, que em tudo se transformava pela ação divina (REALE e ANTISERI, 2003).

Apartir do século V a.C., na Grécia, o pensamento mitológico foi sendo substituído por concepções filosóficas nas quais o universo era constituído por um elemento: o *arché*, que poderia ser água segundo Thales, o ar, segundo Anaxímenes, ou *apeyron* [indefinido em grego], segundo Anaximandro.

Empédocles propunha a teoria dos quatro elementos primordiais – terra, água, ar e fogo – que se transformavam em tudo o que existe, sob a ação de duas forças, Amor e Ódio (PONCZEC, 2009).

O eleata Parmênides (séc. VI a V a.C.), no poema a *Via da verdade*, dizia que: “o que não é gerado não perece e existe por si mesmo, o ser é indivisível e todo igual” (ibid, 2009).

Isso traz em si um paradoxo e esse ser poderia ser interpretado em nossos dias como algo que não pode ser criado nem destruído e por isso é eterno.

Tentando solucionar o paradoxo acima, Leucipo de Mileto (séc. V a.C.) e Demócrito de Abdera (460-370 a.C.) remetiam a origem de todas as coisas aos quatro elementos propostos por Empédocles, sendo cada um desses elementos incorruptível, homogêneo, eterno e inalterável – características fundamentais do ser eleático, que não é passível de criação e destruição.

Nesse sentido, Leucipo e Demócrito introduzem o conceito de átomo como algo que:

[...] não é visível a não ser pelo olho do intelecto. Não tem qualidade, mas apenas formas geométricas, ordem e posição. É imutável, incorruptível, naturalmente dotado de movimento [...] todas as realidades nascem por agregação de átomos

e morrem pela sua desagregação (REALE e ANTISERI, 2003).

Essa passagem mostra a ideia de indestrutibilidade dos átomos, ou seja, nessas antigas concepções estava presente o embrião da ideia de conservação de algo que é primordial e indestrutível.

Segundo Ponczek (2009) “[...] os princípios de conservação, além de meros princípios matemáticos de transformação da matéria, eram assim considerados a representação da perfeição com que foi criado o universo”. Para os gregos, somente a imutabilidade poderia representar o atributo da perfeição divina, e o que é perfeito não poderá jamais mudar, sob o risco de perder a sua condição.

Considerando esses apontamentos iniciais, o trabalho aqui apresentado tem o propósito de apresentar, de forma sucinta, como ocorreu, epistemologicamente, o processo de matematização da natureza, por meio da construção histórica de uma grandeza que representasse o atributo da conservação dos elementos primordiais da natureza: matéria e energia.

## 2 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo ora apresentado envolveu uma pesquisa bibliográfica de abordagem qualitativa. Foi desenvolvido a partir da leitura de publicações diversas que tratam do tema principal da pesquisa – evolução histórica das concepções de conservação da matéria e energia, bem como a sua matematização.

Conforme destacam Marconi e Lakatos (2003), uma pesquisa bibliográfica é um apanhado geral sobre os principais trabalhos já realizados, revestidos de importância, por serem capazes de fornecer dados atuais e relevantes relacionados com o tema, e envolve, dentre outros, a escolha do tema, compilação, fichamento, análise, interpretação e redação.

Assim, esta pesquisa se enquadra como exploratória e descritiva, já que objetiva, respectivamente, proporcionar maior familiaridade com um problema, tornando-o mais explícito ou construindo hipóteses, e fazer uma descrição das características de determinada população ou fenômeno (GIL, 2002).

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1 Em busca da grandeza que representa a matematização da natureza

No século XVII, com a consolidação da revolução científica protagonizada por Copérnico, Kepler, Galileo Newton, passa a predominar a visão de mundo na qual o mundo é regido por leis universais, cabendo ao criador o papel de arquiteto do universo, que cria as leis universais da natureza que podem ser expressas matematicamente. Isso em detrimento da visão escolástica medieval cujo universo e

sua evolução obedeciam ao desígnio divino e cumpriam uma finalidade. Essa nova visão muda por completo as relações da sociedade com o conhecimento e os valores e costumes no Ocidente (KOYRÉ, 2001).

Essa nova “representação” do universo caracterizava-se por um deísmo matemático, substituindo o teísmo bíblico e entrou em vigor a partir do século XVII, passando a ser feita através da matemática, que passou a ser considerada como a “linguagem do mundo”. Com isso, as teorias estabelecidas pelos pensadores da época estavam sujeitas a sofrerem transformações e passaram a se “vestir” em forma de equações, ou seja, os princípios de conservação da natureza seriam expressos na linguagem matemática. Ainda no século XVII, surgem dois grandes filósofos: Gottfried Wilhelm Leibniz (1646–1716) e René Descartes (1596 – 1650), que após observações de corpos, tanto em colisões como em queda livre, perceberam que estes “possuíam” uma força, que seria nomeada, por Leibniz, de vis viva,  $mv^2$  ou Quantidade de Movimento,  $mv$ , por René Descartes (KOYRÉ, 2001; RAMOS e PONCZEK, 2011).

Descartes acreditava num deísmo no qual Deus criava a matéria e seu movimento, sem nenhuma interferência posterior. Isso pode ser expresso em sua célebre frase: “Concedam-me a matéria e seu movimento e eu construirei o Universo”. Mais ainda, em sua obra, *Princípios de Filosofia*, ele afirmava:

Se um corpo que se move encontra outro mais forte que ele, não perde nada de seu movimento e se encontra outro mais fraco, a quem possa mover, perde de seu movimento aquilo que transmite ao outro (DESCARTES, 1982).

Neste caso, o que Descartes postula que “Deus é a primeira causa do movimento, e que Ele conserva uma mesma quantidade de movimento no universo”, isto é, se um corpo colide com outro de maior “massa” ele inverte sua velocidade, e se a coisa for com outro corpo de menor massa, transmitirá parte de sua quantidade de movimento a este segundo.

Assim, estabelecia-se a lei geral de conservação do movimento que, para ele, tinha sua verdadeira medida como produto da massa pelo módulo da velocidade do corpo, sendo assim, a grandeza representativa da imutabilidade e perfeição na obra do Criador. O filósofo francês não tinha, a exemplo de Galileo, um conceito claro de massa qual confundia com o volume, o peso e a força do corpo, além de que seu conceito de velocidade não era vetorial e sim escalar, valendo para a conservação apenas o seu módulo (PONCZEK, 2009).

### 3.2 A contribuição de Leibniz

O filósofo e matemático alemão Gottfried W. Leibniz, juntamente com Isaac Newton, René Descartes e Galileo Galilei, foi um dos que mais contribuiu para o desenvolvimento do que hoje se denomina Mecânica Clássica.

Leibniz tentava descobrir uma forma melhor de achar a verdadeira medida

do movimento da matéria à qual atribuía, como Descartes, a uma força que lhe é imanente. Lembrando-se das experiências de Galileo, descritas no seu livro “Duas Novas Ciências”, no qual o sábio italiano concluiu que a velocidade final de corpos em queda livre não dependia do peso, mas apenas da altura da qual caíssem, compreendeu Leibniz que um objeto pesado causaria mais impacto ao atingir o solo do que outro leve, supondo ambos caindo de uma mesma altura, adquirindo portanto a mesma velocidade final. O conceito de força naquele momento ainda não estava bem consolidado pela Física. Leibniz acreditava que par medir a força: bastava encontrar uma maneira de medir o impacto causado pelo corpo.

Sua concepção sobre a física das colisões refuta com veemência os conceitos cartesianos quanto à física das colisões em sua obra “Discurso de Metafísica” aludindo o princípio da conservação da quantidade de movimento:

Frequentemente nossos novos filósofos se servem da famosa regra em que Deus conserva sempre a mesma quantidade de movimento do universo. De fato, isto é muito plausível e antes eu próprio a tinha como indubitável. Porém há algum tempo reconhei em que consiste seu erro. O Senhor Descartes e muitos hábeis matemáticos têm acreditado que a quantidade de movimento, isto é, a velocidade multiplicada pela magnitude (massa) do móvel é exatamente a força motriz ou, para falar matematicamente, que as forças estão na razão direta das velocidades e das magnitudes [...] (LEIBNIZ, 1983).

A seguir, ele demonstra que a massa vezes a velocidade não deve ser a verdadeira medida de uma “força” e sim a massa pelo quadrado da velocidade.

Seu argumento básico é que um corpo A de massa quatro vezes menor que de um corpo B, porém caindo de uma altura quatro vezes maior que este, ao colidir com o solo deve ter uma força igual ao do corpo B.

Segundo Torricelli e Galileo a velocidade final de um corpo em queda livre é proporcional à raiz quadrada da altura,

$$v^2 = v_0^2 + 2a(h),$$

em que  $v$  = velocidade,  $a$  = aceleração e  $h$  = altura.

Para  $v_0 = 0$ , temos  $2a(h) \Rightarrow v = \sqrt{2a} \times \sqrt{h} = k\sqrt{h}$ , em que  $k = \sqrt{2a}$ .

Assim, quando o corpo A tocasse o solo, teria uma velocidade duas vezes maior que a do corpo B, mas a quantidade de movimento de B fora duas vezes maior que a do corpo A. No entanto, a razão entre as velocidades era de quatro para um,  $v_A = 4v_B$ , e assim Leibniz demonstrou que quando se multiplica a massa pelo quadrado da velocidade se estabelece a igualdade e a grandeza que deve medir o movimento sendo a verdadeira medida de força é a massa vezes o quadrado da velocidade, ou seja,  $mv_2$ , e não  $mv$ , como defendiam os cartesianos.

De acordo com Descartes, essa força de impacto verificada nas colisões era igual ao produto da massa pela velocidade. Se compararmos o impacto que os dois

corpos acima citados faz com o solo temos:

$$F = mv$$

Então, temos:  $F_A = m(\sqrt{4Ax}) = m2\sqrt{Ax}$  e  $F_B = 4m(\sqrt{Ax})$

$$\Rightarrow 2m\sqrt{Ax} \neq 4m(\sqrt{Ax})$$

$$\Rightarrow m_A v_A \neq m_B v_B$$

ou seja,

$$F_A \neq F_B$$

Na formalização acima expressa, Leibniz coloca a força *vis* como causa primeira. O impacto como efeito e causa imanente de seu novo efeito, expresso na elevação do corpo, devem converter-se inteiramente um no outro, para que assim retorne à sua altura original, ou seja, o ciclo completo inicia-se com a queda, e termina com o corpo elevando-se à altura original (OLIVEIRA, FIREMAN, BASTOS FILHO, 2013). A partir daí, as grandezas  $mv^2$  [*vis viva*] e a quantidade de movimento de Descartes,  $mv$ , passaram a disputar entre si o status de “verdadeira medida do movimento e da força de um corpo”, o que gerou uma grande discussão científica no século XVII entre os cartesianos e leibnizianos.

### 3.3 Uma ruptura epistemológica no conceito de força

A despeito da discussão entre cartesianos e leibnizianos, nos séculos XVI e XVII, sob o conceito de força (*vis*) estava impregnado de um aristotelismo escolástico. Por exemplo, na escolástica um corpo em movimento possuía uma vis imanente que era necessária se esgotar para que o corpo pudesse parar em seu lugar natural – a força [inata] era a medida do próprio movimento e algo que lhe era inherente. Somente a partir da formulação completa das três leis do movimento de Newton é que a força passou a ser concebida como algo extrínseco ao corpo, algo que lhe é comunicado por meio de outros corpos que estão em sua vizinhança, e que muda seu estado. Nesse sentido, portanto, a diferença entre as concepções de força entre Newton e Descartes, Leibniz e Huygens dá-se no plano epistemológico. Enquanto em Newton a força origina-se por causas externas ao corpo em movimento, as forças segundo Descartes, Leibniz e Huygens originam-se em causas imanentes (internas) do movimento.

Mais além, outra ruptura quanto à causa da força de ação newtoniana que filosoficamente o diferenciou de Leibniz quanto à vis viva: ao contrário do filósofo alemão, força sendo causa transitória da mudança do movimento, não se originando

nem cessando no corpo, mas sim na sua vizinhança (outros corpos) que podem estar muito distantes, remete ao caso da força gravitacional.

Essa proposta de forças atuantes a ação à distância feita por Newton gerou uma grande controvérsia de natureza epistemológica por dois séculos, sendo melhor esclarecida no século XIX através da formulação do conceito de campo por Faraday e Maxwell (KUHN, 1998). Mas sem dúvida, o papel de Newton foi importante, pois a partir dessa interpretação, os conceitos de volume, peso, força e massa foram claramente separados e definidos, e sem dúvida, abriu espaço para a formulação do conceito de energia.

### 3.4 A evolução do conceito de energia

No processo de estabelecimento da vis viva como uma grandeza fundamental que representasse a matéria em movimento outro personagem foi decisivo: o matemático e físico holandês Christian Huygens (1629-1695). Após cuidadosas observações sobre como se dava a colisão de dois corpos “duros”, como bolas de bilhar, ele chegou à conclusão de que a soma das vis viva de cada bola antes e depois da colisão é a mesma e de que numa colisão um corpo tem a velocidade diminuída à medida que a velocidade do outro aumenta, do que ele concluiu que, nas suas palavras “a soma dos produtos da massa de cada corpo duro pelo quadrado da sua velocidade é sempre a mesma antes e depois no encontro”.

Isso mostra a grande influência de Huygens nas ideias de Leibniz. Segundo Costabel (1962):

*“L'affirmation de Leibniz, selon laquelle, par exemple, un corps dont la masse est 2, en mouvement avec une vitesse 1, peut transmettre la totalité de son mouvement à un corps en repos, de masse 1. En théorie, tout le mouvement du premier corps pourrait être transféré. En fait, le mouvement actuel transféré est soumis à la loi de conservation du mouvement et à l'élasticité des corps. Si les corps sont parfaitement élastiques, la vis viva, ou énergie cinétique, est conservée en plus du mouvement, et le calcul ne révèle aucune contradiction (COSTABEL, 1962)”.*

Nesse sentido, influenciado por Huygens, Leibniz afirma a importância do conceito de elasticidade ao lado do princípio da conservação da grandeza momento, que fora adotada por Descartes como a grandeza que representa a matéria em movimento. Além disso, Leibniz reafirma a vis viva como candidata para a melhor representação matemática da matéria em movimento.

Hoje sabemos que os conceitos de força desenvolvidos por Descartes ( $mv$ ), as contribuições de Libniz e Huygens para a vis viva e a força de Newton (produto da massa pela aceleração: $ma$ ) assumem uma relação íntima no corpo da teoria newtoniana do movimento. A grandeza  $mv$  é numericamente igual ao *momentum linear*; a força  $mv^2$  [vis viva] é o dobro do trabalho realizado por uma força newtoniana, que posteriormente foi denominada como energia cinética por Lorde Kelvin.

O termo *vis viva*, ainda impregnado da escolástica aristotélica em pleno século XIX, ficou inadequado, sendo gradualmente substituído por energia cinética

[*energeia* do grego], energia em movimento. Além disso, o conceito de energia se diversifica para outras formas com a *vis viva latente* ou *vis mortua*, hoje conhecida como energia potencial.

Assim se consagrava um dos princípios mais importantes da Física: o da conservação de energia. Este princípio generaliza-se então, derivando daí o conceito de energia mecânica de um sistema, resultante da soma das energias cinética e potencial, aplicado a sistemas nos quais que não haja a ação de forças dissipativas entre os corpos, como a de atrito. O princípio da conservação da energia mecânica aplica-se perfeitamente nesses casos.

Dentro do escopo das formas de manifestação da energia, o calor passou a ser incorporado às equações que regem o princípio da conservação da energia no século XIX. O calor, antes considerado uma substância que passava dos corpos quentes aos frios, chamada de calórico, pelos físicos do século XVIII, deveria ser considerado como uma forma de energia desorganizada que provinha da energia de movimento vibratório das partículas que constituíam os corpos.

Essa interpretação parte das observações feitas em 1798 pelo Conde Rumford, que constatou que ao perfurar canos de canhão o calor produzido fervia toda a água utilizada para o resfriamento. Assim, os físicos concluíram que havia duas formas de transferir energia de um sistema a outro: o trabalho das forças relativas à transferência de energia mecânica, e o calor que transfere energia térmica entre corpos com temperaturas diferentes. Desta forma, no século XIX, a *vis viva* de Leibniz unificara-se ao calor, através da evolução conceitual da energia, o que levou à formulação da primeira lei da Termodinâmica.

Vimos que a quantidade de movimento de um sistema isolado assim como a quantidade de energia desse sistema são imutáveis e, portanto, podem ser consideradas grandezas fundamentais da Física. Assim como a quantidade de movimento e energia, outros atributos inerentes da matéria também se conservam nos processos como a massa, o número de átomos e a carga elétrica, que também estão sujeitos ao princípio da conservação.

Nesse sentido, a contribuição do químico francês Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) foi crucial para resgatar para a Química o atomismo dos filósofos pré-socráticos, em especial Leucipo e Demócrito, e o princípio da conservação. Ele revolucionou a Química ao suplantar a ideia do flogisto, muito em voga naquela época, para justificar a conservação da massa em reações químicas enunciando o princípio da conservação da massa: “*na natureza nada se perde e nada se cria, tudo se transforma*”. Por suas contribuições ele é considerado o pai da Química Moderna (MAGALHÃES e COSTA, 1994).

Além da conservação do momentum linear de Descartes, da *vis viva* de Leibniz, e da energia de um sistema isolado, de acordo com a primeira lei de Termodinâmica, junto com o estabelecimento das bases para a conversão e transformação de energia quando estabeleceu experimentalmente o equivalente mecânico do calor

Joule entre 1837 e 1847, Albert Einstein deu um passo importante no século XX no estabelecimento do princípio da conservação-conversão da energia em matéria.

Esse passo se expressa pela equação  $E = mc^2$ , que nos diz que uma pequena quantidade de matéria pode transformar-se em uma grande quantidade de energia e, vice-versa. Desta forma, a própria energia pode ser considerada como um estado mais volátil da matéria. Nas palavras de Ponczec (2009), “*matéria, energia e quantidade de movimento passam assim a ser representações distintas de uma mesma realidade material*”.

## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

As diferentes visões quanto à verdadeira medida de força, através do impacto com o solo, gerou duas diferentes concepções de força e dois importantes princípios de conservação que regem o movimento dos corpos, ideias que remontam aos filósofos pré-socráticos, em especial, Demócrito.

A *vis viva*, estabelecida por Leibniz e Huygens, gerou o que chamamos hoje de energia cinética, ao passo que a quantidade de movimento de Descartes depois foi chamada de *momentum* linear, que são grandezas que têm uma íntima relação no corpo da teoria newtoniana do movimento.

À medida que a mecânica newtoniana consolidava-se, o conceito de energia e suas características como conservação, transformação e conversão também se afirmavam (CHAMERS, 1993). O princípio da conservação da energia mecânica (cinética mais potencial) de um sistema conservativo é um exemplo dessa evolução conceitual.

Posteriormente, o conceito de energia abarcou a equivalência entre calor e trabalho por Joule através da primeira lei da Termodinâmica, o princípio da conservação estendeu-se à matéria em transformações químicas, conforme a lei da conservação da massa de Lavoisier e à conservação da carga elétrica nas reações eletroquímicas, segundo Faraday.

Mais tarde, no século XX, Albert Einstein, por meio da Teoria da Relatividade restrita, estabelece um princípio da conservação que abrange outro princípio da natureza – o da conversão. Essa visão da natureza torna-se mais abrangente na medida em que o conceito de conservação evolui para o de transformação, sendo matéria e energia entes complementares de uma mesma realidade física (REALE e ANTISERI, 2003).

As concepções de força de Descartes e Leibniz-Huygens diferem epistemologicamente da concepção newtoniana. Enquanto as duas primeiras são causas imanente (internas) do movimento, situando-se no próprio corpo, a força de Newton é uma causa transitória (externa) do movimento de um corpo, originando-se em outros corpos.

Outra evolução no contexto epistemológico surge do conceito de massa – que assume um papel central na mecânica newtoniana. Em Newton a massa é constante e se confunde com o conceito de inércia, trazida por Galileo, mas em Einstein o conceito de massa, além de não ser uma constante na sua equação, é passível de se transformar em energia.

## REFERÊNCIAS

- CHALMERS, A. **O que é ciência afinal?** Trad. Raul Filker. 2.ed. São Paulo: Editora Brasiliense, 1993. 224p.
- COSTABEL, H. J. W. Pierre. Leibniz et la dynamique. In: **Revue d'histoire des sciences et de leurs applications**, tome 15, n°1, 1962. pp. 81-82. Disponível em: [http://www.persee.fr/doc/rhs\\_0048-7996\\_1962\\_num\\_15\\_1\\_4410\\_t1\\_0081\\_0000\\_2](http://www.persee.fr/doc/rhs_0048-7996_1962_num_15_1_4410_t1_0081_0000_2). Acesso em 25/3/2016.
- DESCARTES, R. **Princípios de Filosofia**. Trad. S. Milliet. São Paulo: Editora Difel, 1982. (Coleção Obras Escolhidas).
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- KOYRÉ, A. **Do mundo fechado ao universo infinito**. Tradução de Donaldson M. Garschagen. 3.ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2001. 290p.
- KUHN, T. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Editora Perspectiva, 1998.
- LEIBNIZ, W. G. **Discurso de metafísica**. São Paulo: Nova Cultural, 1983. (Coleção Os Pensadores).
- MAGALHÃES, B. L. A.; COSTA, A. M. A da. O flogisto na gênese das teorias de Lavoisier. **Química**, 53, 1994, p. 9-14. Disponível em <http://www.spq.pt/magazines/BSPQ/577/article/3000630/pdf>. Acesso em: 26/3/2016.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos da metodologia científica**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- OLIVEIRA, C. E. S.; FIREMAN, E. C.; BASTOS FILHO, J. B. A solução atribuída a D'Alembert sobre a 'verdadeira força' é capaz de dirimir a polêmica ensejada pela crítica de Leibniz a Descartes. **Investigações em Ensino de Ciências**, V.18, n.3, p.581-600, 2013.
- PONCZEK, R. I. L. **Deus, ou seja, a natureza**: Spinoza e os novos paradigmas da Física. Salvador, EDUFBA, 2009.
- \_\_\_\_\_. Da Bíblia a Newton: uma visão humanística da Mecânica, in: ROCHA, J. F. M. **Origens e evolução das ideias da física**. Salvador: EDUFBA, 2002. 371p.
- REALE, G.; ANTISERI, D. **História da Filosofia: filosofia pagã antiga**, V.1. São Paulo: Câmara Brasileira do Livro, 2003. 385p.

## NANOCIÊNCIA, NANOTECNOLOGIA E NANOBIOTECNOLOGIA: UMA EXPERIÊNCIA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA EM RIO BRANCO – ACRE

**Najara Vidal Pantoja**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre  
Xapuri – Acre

**Anselmo Fortunato Ruiz Rodriguez**

Universidade Federal do Acre  
Rio Branco – Acre

seguir a carreira de pesquisadores/professores das áreas de ciências.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de Ciências, Química, Contextualização.

**NANOSCIENCE, NANOTECHNOLOGY AND NANOBIO TECHNOLOGY: AN EXPERIENCE OF SCIENTIFIC DISCLOSURE IN RIO BRANCO – AC**

**ABSTRACT:** The teaching of natural sciences still presents great difficulties, and may mention the inclusion of nanotechnology and its respective areas as one of the main learning difficulties of the discipline. High school students claim not to receive much information related to the topic as well as new methodologies of practical classes focused on scientific and technological advances. The lack of practices that relate the theory to students' daily life ends up discouraging and undermining teaching and learning. Thus, this work aimed to disseminate the theme nanoscience, nanotechnology and nanobiotechnology in a public high school in order to stimulate students' interest in technological areas that include the disciplines of chemistry, physics and biology. The result is considered satisfactory, because besides arousing the interest of students regarding the subject, they also showed interest in pursuing

**RESUMO:** O ensino de ciências da natureza ainda apresenta grandes dificuldades, podendo citar a inclusão da nanotecnologia e as suas respectivas áreas como uma das principais dificuldades de aprendizagens da disciplina. Os alunos de ensino médio alegam não receberem muitas informações relacionadas ao tema bem como novas metodologias de aulas práticas voltadas para os avanços científicos e tecnológicos. A falta de práticas que relacionam a teoria com o cotidiano dos alunos acaba desestimulando e prejudicando o ensino-aprendizagem. Dessa maneira este trabalho teve como objetivos divulgar o tema nanociência, nanotecnologia e nanobiotecnologia em uma escola pública de Ensino Médio com intuito de estimular o interesse dos alunos pelas áreas tecnológicas que incluem as disciplinas de química, física e biologia. O resultado é considerado satisfatório, pois além de despertar o interesse dos alunos referente ao assunto, os mesmos demonstraram também interesse em

the career of researchers/ teachers in the fields of science.

**KEYWORDS:** Science Teaching, Chemistry, Contextualization

## 1 | INTRODUÇÃO

### O Ensino de Ciências no Estado do Acre

O Ensino no Estado do Acre de maneira geral apresenta defasagens e problemas relacionados ao aprendizado de diversas áreas inclusive na área das ciências naturais, principalmente porque os alunos estão frequentemente buscando alcançar uma formação. Por muito tempo, o sucesso pessoal e profissional esteve desvinculado do estudo e/ou formação acadêmica. Assim, vários professores que atuavam nas salas de aula tinham pouca ou nenhuma formação pedagógica para aplicar durante as aulas. Isto resultava em um método de ensino ineficaz e os alunos eram sujeitos desestimulados, muitas vezes acarretando em grande percentual de evasão escolar.

De acordo com a Secretaria de Educação do Estado do Acre uma das metas pedagógicas da atual gestão é “*reduzir o índice de reprovação no Ensino Médio em disciplinas críticas, como Matemática, Física e Química*” (ACRE, 2010).

Com o objetivo de alcançar esta e outras metas são realizadas oficinas de Formação Continuada para professores e gestores de escolas estaduais, implantação de sistemas de avaliação e monitoramento das atividades desenvolvidas nas escolas estaduais. As Orientações Curriculares Estaduais foram atualizadas baseadas na proposta nacional de Diretrizes Educacionais para o Ensino Médio, e abordam a necessidade de desenvolver as capacidades dos estudantes a partir dos conteúdos trabalhados, há destaque também para propostas de atividades de orientação aos professores na elaboração das aulas e avaliações.

A Educação Científica e Técnica (ECT) é uma estratégia para que o ensino de ciências esteja focado não apenas como acúmulo de conhecimentos, mas em fazer com que o indivíduo seja capaz de compreender os fenômenos naturais básicos e interpretar as informações que forem relacionadas com a ciência, tecnologia e inovação, possibilitando-o discutir e formar opinião acerca destas áreas.

O indivíduo que possui o conhecimento técnico-científico deixa de ser um agente passivo e adquire certa autonomia no mundo científico e tecnológico em que está inserido. O aluno deve assimilar o funcionamento dos aparelhos tecnológicos e suas implicações sociais (FOUREZ, 1997).

Uma teoria elaborada por Ausubel, Novak e Hanesian menciona a importância de uma aprendizagem significativa. Essa teoria afirma que um aluno consegue aprender no momento em que é capaz de converter e expressar semelhança, em termos de significado, entre distintas linguagens ou formas representativas de ensino.

A ideia defendida pelos autores vai contra a aprendizagem por eles denominada “mecânica”, onde os alunos apresentam apenas a capacidade de reprodução literal do conteúdo e não adquirem a capacidade de atribuir significado ao que está sendo trabalhado (AUSUBEL et al. 1980; LABURÚ et al. 2011).

Esta teoria aborda que o ponto mais importante no processo de aprendizagem são os conhecimentos adquiridos ao longo de sua vida, estes conhecimentos servirão de ancoras para novas ideias e aprendizagens, é exatamente este ciclo que se denomina como aprendizagem significativa. O professor deve ter em mente que o aluno é um indivíduo com conhecimentos, motivações, anseios, dificuldades, medos e desejos (CARVALHO et al. 2001).

Os avanços nas áreas de ciências e tecnologia passaram a se configurar como essenciais no desenvolvimento econômico, cultural e social de um país. E o ensino de ciências também apresentou determinado crescimento, fundamentando vários movimentos de transformação do ensino. Fato histórico que evidenciou este crescimento foi quando durante a “guerra fria” os cursos de ciências buscavam incentivar jovens talentos a seguir carreiras científicas (KRASILCHIK, 2000).

Motivados pelo atraso do ensino de ciências em relação ao avanço científico e tecnológico os alunos frequentemente têm se questionado a respeito de por que se deve estudar física, química ou biologia, visto que não conseguem associá-las ao seu cotidiano. Nesse aspecto várias pesquisas são realizadas no intuito de incluir conceitos e questões que dêem significado a este ensino.

A necessidade por tornar os conteúdos científicos escolares mais atrativos e compreensíveis bem como de fazê-los úteis para a vida cotidiana deve ser uma questão importante a ser debatida no cenário educacional.

Uma teoria que também aborda a importância da contextualização do conteúdo é a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, a qual afirma que os conhecimentos empíricos que os alunos já possuem devem ser considerados precursores de conceitos científicos a serem adquiridos e o professor é a figura mediadora importante nesse processo (ALMEIDA; FALCÃO, 2005).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) para o ensino básico defendem que temas relevantes e atuais, como é o caso da Nanociência, Nanotecnologia e Nanobiotecnologia (N&N&Nb), merecem atenção no ensino de ciências moderno e contemporâneo. Dessa forma é essencial que os alunos conheçam este assunto e sua potencialidade, levando em consideração que os avanços em N&N&Nb podem resultar em uma grande revolução tecnológica.

O desenvolvimento da Nanociência, Nanotecnologia e Nanobiotecnologia (N&N&Nb) concretiza-se graças aos avanços dos estudos e pesquisas nas áreas de ciências (biologia, física e química) (LEONEL; SOUZA, 2009). Fatos que marcaram esses avanços foram: A invenção de instrumentos (microscópio de varredura por tunelamento eletrônico e microssondas eletrônicas de varredura) de visualização e manipulação da matéria (átomos e moléculas); O desenvolvimento de equipamentos

capazes de produzir filmes finos e sólidos com controle de espessura em escala atômica (TATSCH, 2011). A criação destes equipamentos está diretamente ligada ao desenvolvimento das N&N&Nb visto que o que caracteriza a aplicação destas é o uso de técnicas que possibilitam tanto a visualização quanto a manipulação da matéria em escala nanométrica ( $10^{-9}$ ).

Algumas universidades americanas vêm tentando implantar cursos sobre Nanociência, Nanotecnologia e Nanobiotecnologia para professores, com o objetivo de que estes professores possam atrair a atenção de seus alunos ao abordar um assunto atual e inovador. Os resultados alcançados por estes cursos têm demonstrado que esta prática é vantajosa não só pelo fato de levar um novo tema aos alunos, mas por entusiasmar os professores a conhecerem e compreenderem estes e outros temas das pesquisas em ciências (NICHOL; HUTCHINSON 2010).

### Nanociência, Nanotecnologia e Nanobiotecnologia

O uso de materiais em escala nanométrica ou nanoscópica não é recente. Há muito tempo o homem já produzia e utilizava materiais nesta dimensão (mesmo sem conhecer a natureza nanoscópica). Nos tempos da alquimia, obter e usar ouro e metais preciosos coloidais a fim de modificar a cor de vidros para a produção de cálices e vitrais de catedrais medievais já se tratava de manipulação da matéria em escala nanométrica. Com o desenvolvimento da Física Quântica, hoje sabemos devido ao conhecimento sobre o confinamento quântico eletrônico (que determina as alterações nas propriedades das substâncias em nanoescala) que materiais condutores podem apresentar comportamento e características de isolantes, e vice-versa (MENEZES, 2011).

Chaves (2002) aborda que no meio científico a expressão “*nano*” foi utilizada pela primeira vez em 1909, em um seminário da Sociedade Alemã de Zoologia, Hans Lohmann, professor da Universidade de Kiel, ao observar em seu microscópio óptico algas chamou-as de *Nanoplankton*.

A nanociência se trata do estudo e conhecimento de técnicas que compõem uma nova abordagem de investigação e desenvolvimento por meio do estudo de fenômenos e pela manipulação de materiais nas escalas atômica e molecular.

Quando os conhecimentos obtidos através da nanociência são transformados em produtos de consumo se dá o aparecimento da nanotecnologia, que por definição é a aplicação ou desenvolvimento tecnológico de dispositivos de alto desempenho com materiais que apresentam ao menos uma dimensão nanométrica (JOACHIM; PLEVERT, 2009). Dessa forma a nanotecnologia surgiu com pretensões sustentáveis e planejava miniaturizar vários processos produtivos, diminuindo a quantidade de matéria prima necessária e evitando alguns impactos ao meio ambiente.

A grande vantagem da manipulação de átomos e moléculas consiste no fato de que nesta escala nanoscópica os materiais passam a apresentar comportamento e

propriedade diferentes (físicas, químicas, ópticas, elétricas, magnéticas, mecânicas e outras) de materiais em escalas maiores. É o que ocorre com o ouro ao ser dimensionado à escala nanoscópica, este sofre alteração em sua coloração mudando de amarelo para vermelho. A reatividade dos materiais é outra propriedade que se altera quando se trata de matéria nanométrica, alguns materiais que usualmente não reagem com determinadas substâncias passam a sofrer reações químicas diversas.

Ainda que as descobertas nanotecnológicas sejam recentes as possibilidades de aplicações parecem não ter limites, o que deverá se consumar em um verdadeiro desenvolvimento tecnológico.

A Nanociência se destaca, pois é um campo amplo e interdisciplinar, com envolvimento de diversas áreas, não se trata de uma tecnologia específica, e sim um conjunto de técnicas que se baseiam em princípios da química, física, biologia, engenharia de materiais, computação, medicina, e outros.

Conceitualmente temos que a Nanobiotecnologia é uma aplicação da nanotecnologia nas ciências da vida. Por exemplo, para liberação de Fármacos: biodisponibilidade, liberação controlada, alvos dirigidos. Agentes de Imagem: Imagem de Ressonância Magnética (MRI), imagem de fluorescência de infravermelho curto (NIRF) combinado com MRI, descobrimento de fármacos, diagnósticos rápidos ex-vivo; Biossensores: aplicação *in vitro*, pesquisa básica, aplicação em diagnósticos (internos e intracelulares), aparelhos implantados, entre outros.

A tecnologia de liberação controlada de fármacos, por exemplo, também se configura como uma das conquistas da nanobiotecnologia, seu uso fornece inúmeras vantagens, como: maior eficácia terapêutica, liberação progressiva e controlada do fármaco, diminuição significativa da toxicidade, direcionamento a alvos específicos. Além das vantagens para o paciente, existem também os benefícios econômicos da aplicação dos nanofármacos como a utilização de doses mais baixas do fármaco, reutilização de medicamentos descartados pela sua toxidez e aumento do tempo de patente do medicamento (formulações) (DURÁN et al. 2003).

Tratamentos contra o câncer também podem ser realizados por meio da capacidade transportadora de um medicamento que funcione como uma nanopartícula projetada para introduzir o fármaco anticancerígeno nas células do tumor.

Considerando que os medicamentos quimioterápicos para o câncer precisam ser administrados em altas doses para que possam destruir as células tumorais e, sendo altamente tóxicos, acabam afetando também os tecidos normais do organismo, podendo gerar até mesmo um câncer secundário, esta aplicação da nanobiotecnologia assume importância considerável. É uma forma de se obter a maximização do efeito da droga, minimizando seus efeitos colaterais e seus resultados podem representar um grande salto para o combate a esta patologia (DURÁN et al. 2003).

Na literatura dos livros do ensino básico a abordagem sobre um tema tão importante que é a nanobiotecnologia é relativamente pequena, apesar de que na atualidade existem muitas aplicações desta, como já citado, tanto o professor como o

aluno não estão acompanhando este desenvolvimento científico e tecnológico.

Mesmo havendo diversos produtos sendo elaborados, devido aos avanços da N&N&Nb, a maior parte da população ainda não conhece. É preocupante o fato de que o ensino de ciências, em especial o de biologia, física e química no nível médio, não tenha conseguido acompanhar estes avanços, fato que o afasta dos temas que os alunos mais se interessem e necessitam compreender para alcançar uma educação científica e tecnológica (LEONEL; SOUZA, 2009).

Estudos realizados por Basso et al. (2009) comprovaram que o tema Nanociência, Nanotecnologia e Nanobiotecnologia pode ser um fio condutor para aproximar os conteúdos curriculares ao cotidiano do aluno. Para isto é importante que o professor esteja bastante envolvido com o assunto, tornando-se mais motivado e criativo ao elaborar as atividades a ser realizadas. Quanto mais familiarizados estiverem com o tema, mais abrangentes serão os caminhos a percorrer.

Apesar de algumas limitações, os livros didáticos vêm buscando evoluír na proposta de abordar temas científicos e tecnológicos atuais, sobretudo no aspecto de uma educação científica. Alguns textos, fotos e esquemas apresentados podem ser trabalhados em sala de aula a fim de estabelecer uma relação entre os avanços tecnológicos, as situações práticas cotidianas e aspectos do desenvolvimento do conhecimento científico (RICHETTI, et al. 2009)

É nessa perspectiva que o presente trabalho propôs a divulgação do tema Nanociência, Nanotecnologia e Nanobiotecnologia em escolas de ensino médio no Estado do Acre. Este trabalho é considerado relevante porque além da divulgação do conhecimento científico, foi possível despertar a curiosidade e o interesse dos alunos pelas disciplinas de Biologia, Física e Química, o que leva a diminuição dos altos níveis de reprovação nestas disciplinas e a dissociação dos conteúdos abordados com o cotidiano dos alunos e professores.

## 2 | METODOLOGIA

Aplicou-se uma metodologia de exposição dos conceitos do tema supramencionado na *Escola Professor José Rodrigues Leite*, localizada no Centro de Rio Branco – Acre.

- a. Apresentação sobre Nanociência, Nanotecnologia e Nanobiotecnologia

Foram realizados encontros para apresentações sobre o tema trabalhado. Utilizou-se *slides* com o histórico, cronologia dos principais fatos, conceitos importantes, figuras, abordagens e aplicações da nanotecnológicas.

- b. Trabalho extraclasse sobre as aplicações da Nanotecnologia e Nanobiotecnologia

Os alunos realizaram pesquisa em jornais, *internet*, revistas sobre os produtos

que estão sendo desenvolvidos ou que já foram produzidos graças aos avanços da Nanotecnologia e Nanobiotecnologia e em seguida, apresentaram os resultados oralmente para os demais colegas e professores.

c. Exibição de filme com abordagem do tema

O filme “*Viagem Insólita*” (1987), foi exibido como forma de relacionar a miniaturização dos materiais pela Nanotecnologia. Após a exibição os alunos confeccionaram um texto na forma de relatório sobre o que compreenderam do filme e como poderiam associar o que assistiram com os conceitos que já aprenderam sobre N&N&Nb. Em seguida os conteúdos dos textos foram debatidos na sala de aula.

d. Experimentos de baixo custo

Baseado no artigo “Nanociência de baixo custo em casa e na escola” (SCHULZ, 2007) foram apresentados experimentos com materiais comuns que possibilitassem ao aluno contextualizar conceitos vistos nas primeiras aulas a respeito da Nanociência. Um roteiro com todos os experimentos realizados na sala de aula foi elaborado e distribuído entre os alunos. Ao término das demonstrações foi realizado um debate sobre o que foi visto e posteriormente, os alunos confeccionaram um relatório sobre a experimentação.

Após todas as abordagens sobre o tema N&N&Nb com filmes, documentários, teoria, experimentos, reportagens os alunos foram estimulados a realizar uma produção textual acerca dos conhecimentos adquiridos com as aulas. Os textos foram lidos e realizou-se um debate sobre o que os alunos haviam relatado.

e. Questionário: Avaliação do entendimento do conteúdo

Um questionário foi fornecido e resolvido pelos alunos com questões sobre os conteúdos apresentados nas aulas. Houve uma correção comentada das respostas para que dúvidas ainda permanentes pudessem ser esclarecidas. Neste questionário não havia local para identificação dos participantes.

f. Questionário: Avaliação do desempenho das aulas

Foi solicitado aos alunos e professores participantes que respondessem a outro questionário com questões sobre os métodos e técnicas utilizadas na aula. Também através deste questionário foi possível tomar conhecimentos de quantos alunos já tinham um conhecimento prévio sobre N&N&Nb. Neste questionário também não havia local para identificação dos participantes.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o intuito de introduzir o tema Nanociência, Nanotecnologia e Nanobiotecnologia (N&N&Nb) no ensino de biologia, física e química no nível médio as aulas foram realizadas para alunos da segunda série do Ensino Médio da rede

estadual de Rio Branco – Acre, durante as aulas – intituladas como *Nanociência, Nanotecnologia e Nanobiotecnologia: O Mundo Nano na Educação* – foram utilizados vídeos com documentários, filme, apresentações em slides, artigos científicos e debates sobre o tema. A escolha do local foi feita baseada simplesmente na afinidade com os professores e a direção da escola e, a turma com que se trabalhou foi indicada pelo professor da disciplina de Química.

Além da divulgação da N&N&Nb, com este trabalho foi possível despertar interesse dos professores de física, química e biologia, e incentivá-los a tratar assuntos como estes nas salas de aulas, mostrando que as ciências dos últimos séculos constituem conhecimentos estruturados e as explicações apresentam fenômenos que acontecem no mundo atômico.

Durante a realização das aulas foram utilizadas metodologias pedagógicas que pudessem acarretar numa maior compreensão/relação desse tema com a realidade cotidiana dos alunos, buscando entender o professor como um mediador do processo ensino-aprendizagem. Freire (1996) sugere que a perspectiva de ensinar não é uma simples transferência de conhecimento, e sim, a criação de possibilidades para a produção ou construção do conhecimento.

O estudo do tema foco deste trabalho ressalta a importância do desenvolvimento da nanotecnologia o que tem permitido a criação de novos métodos e técnicas, com aplicabilidade em diferentes procedimentos industriais: produção de alimentos, cosméticos, roupas, etc. Neste âmbito, é possível identificar diversas maneiras de discutir este tema, sendo que estas discussões devem ser ponto para atividades da educação científica e técnica, no ambiente da sala de aula, contextualizando especialmente as abordagens de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

O público alvo escolhido foram alunos e professores do ensino médio, pois se acredita na importância de divulgar saberes científicos a eles. Levar conteúdo que, a priori, são restritos ao mundo acadêmico a alunos que não concluíram o ensino básico pode resultar em vários benefícios, inclusive, durante a realização das provas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) onde são exigidos conhecimentos contextualizados sobre temas diversos e, a abordagem de N&N&Nb vem estando presente neste e em outros exames.

Com as respostas do questionário avaliativo das aulas pode-se identificar que a maioria dos alunos, 69,4%, nunca tinha ouvido falar a respeito de N&N&Nb. Aqueles que responderam que já tinham conhecimento sobre o tema, 30,6%, afirmaram que o contato foi através da internet (54%), revistas e jornais (23%) e televisão (23%).

Ainda baseado nas respostas dos questionários todos os alunos afirmaram que conseguiram compreender o tema abordado ao término das atividades, e 97,2% deles mencionaram acreditar que se trata de um tema de grande relevância para a sociedade e 86,1% veem aplicação prática deste em sua vida cotidiana.

Quanto à abordagem do conteúdo em seu nível de escolaridade todos os participantes afirmaram que é muito importante e fizeram menção às provas do ENEM

onde o conteúdo possui grande possibilidade de ser cobrado. Outros afirmaram que a importância vem do fato de ser um tema da atualidade e que deve contribuir nas conquistas tecnológicas futuras. Em geral, as substâncias nanotecnológicas estão aplicadas em produtos têxteis, produtos para a prática de esportes, cosméticos e protetores solares, peças de veículos e componentes de eletroeletrônicos e embalagens. Houve também comentários acerca de que produtos minúsculos (e nanos) com altas capacidades (de armazenamento, por exemplo: *notebook*, celular, *ipod*, *tablet*, etc.) já estão sendo utilizados por muitas pessoas e a maioria desconhece os processos de manipulação e conceitos envolvidos em sua fabricação.

A divulgação científica do tema alvo deste trabalho foi bastante proveitosa pelo fato de que grande parte dos participantes afirmou ser interessante transmitir o conteúdo que aprenderam para outras pessoas. A parcela que confirmou divulgar ainda mais este conhecimento corresponde a 97,2%.

Os participantes avaliaram o desempenho das aulas classificando como totalmente satisfatório, e 100% dos alunos afirmaram que as apresentações foram eficientes, os materiais didáticos impressos disponibilizados foram apropriados, assim como, os materiais digitais (filme, documentários, reportagens e *slides*). Nas aulas o que mais chamou a atenção dos alunos foi a apresentação em slides (44,4% dos participantes), seguida pela realização dos experimentos (38,9% dos participantes), exibição do filme (36,1%) e textos (27,8%) – a soma das respostas ultrapassa 100% pois era permitido assinalar mais de uma atividade. O conceito atribuído a metodologia aplicada nas aulas foi ótimo, por 55,5% dos alunos. Apenas um aluno classificou a metodologia como regular e nenhum a classificou como ruim, aqueles que a classificaram como boa corresponde a uma parcela de 41,7%.

Conforme mencionado na metodologia, também foi aplicado aos participantes outro questionário sobre o entendimento do conteúdo abordado. Tal questionário era composto por onze questões discursivas que abordavam os conhecimentos apresentados durante as aulas. O desempenho da turma em relação a este questionário foi bastante motivador, pois, dos 36 alunos que o responderam, 72,2% acertaram a metade ou mais da metade das respostas e, 19,4% tiveram aproveitamento excelente, acertando todas as respostas. Em relação a um aproveitamento regular, referente a alunos que acertaram até quatro questões, foi obtido um percentual de 19,4%.

Durante as apresentações alguns registros fotográficos foram realizados e estão dispostos abaixo nas Figuras 1 e 2, onde retratam momentos de interação entre professor – aluno, mostrando os conteúdos teóricos e suas respectivas aplicações práticas na forma de experimentos.



Figura 1: A e B – Apresentações durante as aulas; C– Materiais utilizados em um dos Experimentos; D – Explicação do conteúdo



Figura 2: Turma de alunos que participou do trabalho

Muitas vezes imagina-se que conhecer e compreender os conceitos de N&N&Nb é uma tarefa relacionada com atividades realizadas em laboratórios altamente sofisticados e caros. Este tipo de associação apresenta a tendência em criar barreiras à predisposição de crianças, jovens e adultos leigos em se interessar pelo tema. O uso de atividades experimentais durante as aulas com materiais de baixo custo e fácil acesso como ferramenta pedagógica auxiliou na compreensão do tema e foi altamente vantajoso para a aproximação dos alunos à ciência, tecnologia

e inovação em um ambiente habitual para estes – a sala de aula. Vale ressaltar que a imagem ocupa um lugar essencial para que os alunos tenham uma noção de forma do que está sendo estudado e, isto é aplicável tanto nos trabalhos experimentais quanto nos de simulação (MARCOVICH; SHINN, 2009)

As atividades experimentais foram realizadas na própria sala de aula, pois se tratavam de experimentos simples e que não ofereciam risco algum aos participantes, além de que, devido ao fato de a turma ser numerosa – 38 alunos – seria inviável realizar esta atividade no laboratório da escola que é pequeno. Os experimentos utilizados foram retirados de um artigo científico realizado por Schulz (2007) que aborda a utilização de atividades práticas de fácil realização. Os alunos participantes demonstraram interesse pelo assunto e mencionaram a pretensão de divulgar os conhecimentos adquiridos em casa e em outros lugares que frequentam.

## 4 | CONCLUSÕES

O fato de o tema depender dos saberes de várias disciplinas para ser bem entendido, o posiciona em uma situação privilegiada, na perspectiva da ECT e CTS abordada neste trabalho.

Acredita-se que na perspectiva da ECT a N&N&Nb poderá ser desmistificada, passando a ter outro significado para os alunos e professores. Esse conjunto de atividades e experimentos simples permite uma aproximação ao mundo da nanociência para estudantes do ensino médio e essa aproximação pode ser feita tanto em sala de aula, em outro ambiente escolar ou mesmo em casa, desde que de maneira supervisionada. O conteúdo exposto aqui pode ser discutido em 3 ou 4 aulas de 50 min.

Com base no questionário de avaliação do desempenho das aulas é possível constatar que os alunos ficaram satisfeitos com a metodologia e os materiais utilizados, com o modo como o conteúdo foi exposto e com a duração das atividades. O questionário de avaliação do entendimento do conteúdo mostra que os alunos assimilaram os conceitos apresentados, tendo, a maioria deles acertado mais da metade das respostas. Portanto, observa-se que é possível, mesmo que de forma pontual, apresentar aos alunos, tópicos de Nanociência com uma linguagem simples e objetiva.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. V. de; FALCÃO, J. T. da R. A estrutura histórico-conceitual dos programas de pesquisa de Darwin e Lamarck e sua transposição para o ambiente escolar. **Ciência e Educação**, Recife, v. 11, n. 1, p. 17-32, 2005.

AUSUBEL, D.; NOVAK, J.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BASSO, N. R. S.; ROCHA FILHO, J. B.; BORGES, R. M. R. **Nanotecnologia e Citologia na formação de professores de Ciências**. In.: Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências. Florianópolis, 2009.

CARVALHO, A. C. B. D. de; PORTO, A. J. V.; BELHOT, R. V. Aprendizagem significativa no Ensino de Engenharia. **Revista Produção**, São Paulo, v. 11, n. 1, 2001.

CHAVES, A. Nanociências e Nanotecnologia. Revista Eletrônica de Jornalismo Científico. Campinas, 2002. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/nanotecnologia/nano17.htm>>. Acesso em: 28 set. 2011.

DURÁN, N.; MARCELO, M. M. A. de. **O que é Nanobiotecnologia? Atualidades e Perspectivas**. UNICAMP. Campinas, 2003.

VIAGEM Insólita. Produção de Michael Finnell, direção de Joe Dante. Estados Unidos, 1987. Meio eletrônico, 120 min. color. som.

FOUREZ, G. **Alfabetización científica y tecnológica. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias**. Traducción de Elsa Gómez de Sarría. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1997.

FREIRE, P. Educação e Participação comunitária. **Inovação**, n. 9, 305-312. 1996.

JOACHIM, C.; PLEVERT, L. **Nanociências**: a revolução do invisível. Tradução: André Teles. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2009.

KRASILCHIK, M. **Reformas e Realidade**: o caso do ensino das ciências. São Paulo em perspectiva, São Paulo, n. 14, p. 85-93, 2000.

LABURÚ, C. E.; BARROS, M. A.; SILVA, O. H. M. da. Multimodos e múltiplas representações, aprendizagem significativa e subjetividade: três referenciais conciliáveis da educação científica. **Ciência e Educação**, Londrina, v. 17, n. 2, p. 469-487, 2011.

LEONEL, A. A.; SOUZA, C. A. **Nanociência e Nanotecnologia para o Ensino de Física Moderna e Contemporânea na Perspectiva da Alfabetização Científica e Técnica**. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis. 2009.

MARCOVICH, A.; SHINN, T. **Forma, epistemologia e imagem nas nanociências**. **Scientiae studia**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 41-62, 2009.

MENEZES, F. D. **Síntese e caracterização de nanocristais luminescentes baseados em semicondutores II – VI para fins de aplicação como biomarcadores**. Recife, 2006. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/61682751/2/%E2%80%93-Confinamento-Quantico>>. Acesso em: 06 dez. 2011.

NICHOL, C. A.; HUTCHINSON, J. S. Professional Development for teachers in Nanotechnology using Distance learning technologies. **Journal of nano education**, v. 2, p. 37-47, 2010.

RICHETTI, G. P.; MILARÉ, T.; ALVES FILHO, J. de P. Uma análise dos direcionamentos da abordagem de reações químicas em livros de ciências do ensino fundamental. In.: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis. 2009.

SCHULZ, P. A. B. Nanociência de baixo custo em casa e na escola. **Física na Escola**, Campinas, n. 1, p. 4-9, 2007.

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DO ACRE (SEE). **Ensino Médio**. 2010. Disponível em:

<<http://www.see.ac.gov.br/portal/index.php/duvidas-frequentes>>. Acesso em: 07 dez. 2011.

TATSCH, P. J. **Deposição de filmes finos**. In.: V Oficina de microeletrônica. Disponível em: <<https://mail-attachment.googleusercontent.com>>. Acesso em: 06 dez. 2011.

# CAPÍTULO 19

## DEBATE NA TERMOQUÍMICA

**Líria Amanda da Costa Silva**

Instituto Federal de Goiás – IFG, Campus Uruaçu  
– Goiás.

**Fabiana Gomes**

Instituto Federal de Goiás – IFG, Campus Uruaçu  
– Goiás.

**Alécia Maria Gonçalves**

Instituto Federal de Goiás – IFG, Campus Uruaçu  
– Goiás.

**RESUMO:** O debate, como ferramenta metodológica no ensino de química, apresenta pontos positivos como exercício de argumentação e momento de socialização, além de promover momentos para mudanças nas representações dos alunos. Este resumo relata os resultados de um debate sobre combustíveis, procurando contextualizar o tema termoquímica, em uma turma do segundo ano do ensino médio profissionalizante. As falas foram gravadas em áudio para posterior análise textual de conteúdo e análise a partir do esquema de argumento de Toulmin. Ao final, percebeu-se argumentos ricos em justificativas válidas e preocupação com as questões ambientais provocadas pelo uso dos combustíveis e pouca discussão voltada à capacidade energética dos mesmos. O debate é, certamente, uma opção dinâmica de aula e enriquecedora de inter-relações, pessoais e de conteúdos.

**PALAVRAS-CHAVE:** debate, termoquímica, PIBID

### DEBATE IN THERMOCHEMISTRY

**ABSTRACT:** The debate, as a methodological tool in chemistry teaching, presents positive points as argumentation exercise and socialization moment, besides promoting moments for changes in the students' representations. This abstract reports the results of a debate on fuels, seeking to contextualize the thermochemical theme in a class of the second year of vocational high school. The speeches were recorded in audio for further textual content analysis and analysis from Toulmin's argument scheme. In the end, there were arguments rich in valid justifications and concern about environmental issues caused by the use of fuels and little discussion focused on their energy capacity. Debate is certainly a dynamic class option and enriching interrelationships, personal and content.

**KEYWORDS:** debate, thermochemistry, PIBID

### 1 | INTRODUÇÃO

Os processos de ensino e de aprendizagem são caracterizados pela harmonização de atividades elaboradas pelo professor a seus alunos. Nelas, o aprendiz aprende para,

assim, desenvolver suas capacidades mentais. Portanto, fica sob responsabilidade do professor o planejamento e o desenvolvimento em suas aulas, de objetivos, de conteúdo, de métodos e de formas organizadas de ensino (LIBÂNEO, 1994).

Os métodos de ensino são repartidos em três itens, a saber, os métodos individualizados de ensino, os métodos socializantes de ensino e os métodos socioindividualizados. Os métodos individualizados de ensino são estabelecidos para atender as diferenças individuais e desenvolver as capacidades intelectuais de cada aluno. Exemplos desse tipo de método são os trabalhos com fichas, o estudo dirigido e o ensino programado. Já os métodos socializados são caracterizados pela interação social, onde a aprendizagem é efetivada em grupo, nos quais podem ser utilizadas diversas atividades, como a dramatização, os trabalhos em grupo e os estudos de caso. E por último, os métodos socioindividualizados que consistem na intercalação de atividades sociais e individuais, que são os métodos de problemas, as unidades de trabalho, as unidades de didáticas e as unidades de ensino (HAYDT, 2006).

Nesse trabalho foram desenvolvidos os métodos socializados de ensino, em que os alunos se organizaram em grupos para a defesa e a argumentação de ideias, desenvolvendo no aluno a linguagem oral (CORRÊA, 2013). A argumentação utilizada na construção do conhecimento científico tem sido usada tanto na área de química (FATARELI, FERREIRA e QUEIROZ, 2011), quanto na área de física (VILLANI, 2002).

O professor não pode usar somente a teoria da disciplina, mas deve relacionar os temas dos livros com as situações atuais. O debate é um dos meios que possibilita esse cruzamento. Alguns apontam que esta estratégia de ensino permite um incremento na motivação dos professores e na participação ativa dos alunos (ALTARUGIO e SILVA, 2010).

A linguagem, como foi citada anteriormente, é um meio em que manifestamos o que conhecemos. Os alunos por meio dela conseguem expor o que é adquirido na pesquisa para a defesa de suas ideias, estimulando a exploração do vocabulário (ZANON, 2012)

O debate em sala de aula deve proporcionar ao aluno algo novo e interessante, os assuntos escolhidos para serem argumentados devem ser atuais e, principalmente, polêmicos. Uma característica importante para realizar um bom debate é trazer temas da realidade do aluno que sejam comuns no universo que ele está inserido. Em algumas disciplinas é mais fácil encontrar temas atuais e de grande interesse da turma, como as disciplinas de história, sociologia e biologia (GERON, 2010).

O momento do debate torna-se importante porque o aluno aprende a respeitar as opiniões dos colegas e desenvolve a habilidade da argumentação para convencer os outros a assumirem um ponto de vista diferente. Quem deve mediar a discussão é o professor, adquirindo a função de mediador, a pessoa imparcial que não poderá apontar o grupo que está certo ou o grupo que está errado, garantindo que todas as

opiniões sejam respeitadas.

O debate realizado em sala de aula teve como objetivo levar os alunos a defenderem o assunto relacionado à termoquímica, elaborando, por meio de argumentos os benefícios e malefícios de diferentes tipos de combustíveis (gasolina, etanol, biocombustível e hidrogênio). Essa temática foi escolhida a partir de questionamentos dos alunos em relação às vantagens e desvantagens dos combustíveis comumente usados, como etanol e gasolina.

## 2 | METODOLOGIA

A proposta do debate surgiu como atividade do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência – PIBID, desenvolvido no Instituto Federal de Goiás. Nele o bolsista ficou sob a responsabilidade de criar regras para o debate, assim como planejá-lo e desenvolvê-lo. Essa oportunidade possibilita ao licenciando em formação desenvolver sua prática pedagógica por meio de metodologias diversificadas (CAPES, 2007).

O debate foi organizado por regras, em que todos os alunos pudessem trabalhar em conjunto, cada um exercendo sua função, para que houvesse uma aprendizagem homogênea e dinâmica.

Dos 26 alunos que compunha a turma, dois foram selecionados para serem moderador e empresário, os demais foram divididos em quatro grupos. Optou-se por fazer um debate onde o empresário escolheria o melhor combustível para ser usado em uma indústria recém instalada na cidade. O moderador ficaria encarregado de acompanhar o tempo, a organização e o respeito durante o debate. O tema, combustíveis, foi distribuído na semana anterior ao debate para terem tempo suficiente de pesquisa e preparação. De todos os combustíveis foram escolhidos: etanol, gasolina, biodiesel e Hidrogênio.

No dia da realização do debate foram apresentadas as regras e a forma de organização da sala. Após, foi dado trinta minutos aos grupos para organizarem a apresentação dos combustíveis, a defesa e a acusação. Além do material pesquisado pelos alunos, a bolsista levou artigos sobre cada tema e forneceu aos grupos.

A moderadora sorteou o grupo que iria começar, e quais grupos iriam questionar, por exemplo, o grupo x questiona o grupo y, o grupo y questiona o z, e o grupo z questiona o grupo x e assim, sucessivamente, formando um círculo.

Depois que os grupos se prepararam, houve uma breve apresentação (dois minutos) de seus combustíveis onde puderam valorizar os pontos favoráveis na forma de uma propaganda, produzindo inclusive um logotipo. A ordem seguiu: gasolina, biocombustível, hidrogênio e etanol. Cada grupo poderia usar qualquer recurso nesta etapa.

Depois das apresentações começa o momento da acusação e defesas dos grupos. O grupo da gasolina começa a fazer pergunta (acusação) para o grupo

do biocombustível, com direito a réplicas e tréplicas. O segundo grupo a perguntar (acusação) foi o biocombustível para o hidrogênio, fazendo assim as réplicas e tréplicas. O terceiro a perguntar (acusação) foi o grupo do hidrogênio para o grupo do etanol, fazendo depois as réplicas e as tréplicas. E por último o grupo do etanol perguntou (acusação) para o grupo da gasolina, havendo também as réplicas e as tréplicas. E no final foi permitido aos alunos se defenderem e acusarem, o que não foi permitido no tempo anteriormente estipulado.

Depois do debate, o empresário, juntamente com a moderadora, deveria escolher o melhor combustível para sua empresa.

As apresentações foram gravadas em vídeo e o debate, em áudio para posterior transcrições e análises de conteúdo. Após uma semana buscou-se conhecer as impressões e informações causadas pelo debate em questionário semiestruturado.

A investigação sobre argumentação seguiu o Esquema de Argumento de Toulmin. Esse esquema pode ser aplicado na análise estrutural do discurso para identificar a distribuição entre os diferentes componentes que constituem um argumento. Sua estrutura é construída a partir de três elementos: Dado (D) – Justificativa (J) – Conclusão (C), seguindo o esquema a partir de D, já que J, então C (SÁ, KASSEBOEHMER e QUEIROZ, 2014).

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos com o debate foram separados em três momentos: a apresentação dos combustíveis pelos grupos, o levantamento dos argumentos e das percepções durante as falas dos alunos e as respostas ao questionário sobre o que foi discutido.

### 3.1 Apresentação dos combustíveis

O primeiro a apresentar foi o grupo da gasolina, os quais utilizaram como logotipo da empresa fictícia criada por eles, a bandeira do Brasil com um litro de gasolina no centro escrita ordem e progresso (Figura 1), além de uma molécula da gasolina no modelo bolas e palitos. Durante a propaganda do seu combustível falaram das qualidades da gasolina, dados estatísticos de consumo e sua eficiência energética.

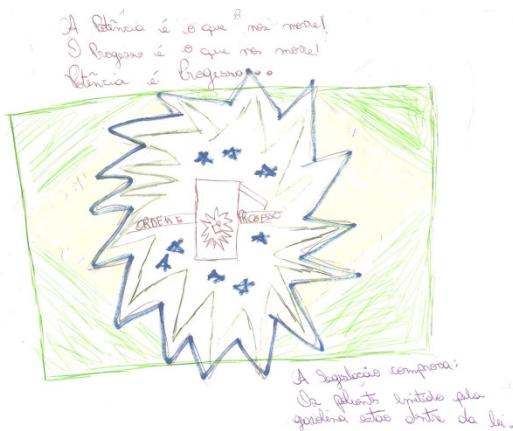


Figura 1. Logotipo da empresa fictícia de gasolina.

A gasolina, por ser um derivado do petróleo, não é um produto renovável, apesar de ser oriundo de material fóssil. Sua composição química, de forma simplista, apresenta moléculas contendo oito átomos de carbono em uma molécula de hidrocarboneto, podendo assim ser chamada de octano. Seu poder energético é de 5471 KJ/mol o que corresponde dizer que 1g de gasolina libera aproximadamente 48 KJ de energia durante o processo de combustão completa.

O segundo a apresentar foi o grupo do biocombustível, iniciando a apresentação da sua empresa de BioCoffe mostrando o logotipo criado por eles, uma xícara de café com a escrita BioCoffe e alguns grãos de café desenhados (Figura 2). Falaram das qualidades do biocombustível e suas fontes vegetais.

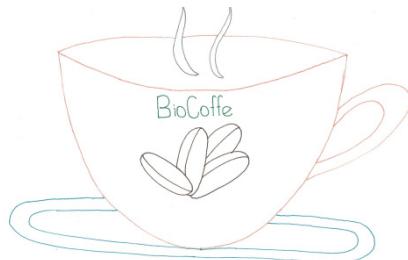


Figura 2. Logotipo da empresa fictícia dos biocombustíveis.

Entende-se por biocombustível todo produto útil para geração de energia, obtido total ou parcialmente por biomassa (TOMALSQUIM apud OLIVEIRA, SUAREZ e SANTOS, 2008). No Brasil, após a criação de quatro usinas produtoras de biodiesel, houve a possibilidade de adicionar uma pequena porcentagem de biocombustível ao biodiesel comercialmente vendido. Atualmente, a Alemanha, os Estados Unidos e o Brasil são os maiores mercados mundiais de biodiesel (PORTALBRASIL, 2011).

O terceiro grupo a apresentar foi o do Hidrogênio, utilizando uma folha, com a escrita hidro e entre parênteses, gênio, sob uma lâmpada (Figura 3). Falaram das qualidades do combustível, e que o hidrogênio era o combustível do momento, sustentável e capaz de levantar foguetes.



Figura 3. Logotipo da empresa fictícia de Hidrogênio.

A energia liberada pela reação de um mol do gás hidrogênio com meio mol do gás oxigênio, produzindo um mol de água, é cerca de 286 KJ/mol. Logo, 1g de gás hidrogênio libera 143 KJ. Suas vantagens são inúmeras, principalmente em relação ao que afeta o meio ambiente, a saber, produz como único produto a água na forma de vapor; vem de fonte inesgotável e renovável.

O último grupo a se apresentar foi o etanol. Utilizaram na sua propaganda a molécula do etanol em bolas e palitos, não optando por fazerem em papel. Falaram das qualidades do combustível, do fato de ser auto sustentável, renovável e limpo.

O etanol é um composto renovável por ser obtido da fermentação de vegetais, ou seja, matéria prima que não se esgota. Além disso, é considerado sustentável por absorver, através da fotossíntese, o gás carbônico, que é lançado na atmosfera durante a produção do combustível (<https://www.novacana.com/etanol/sobre>).

### 3.2 Momento do debate

No momento inicial, onde um grupo deveria elaborar uma pergunta para outro grupo responder, o grupo da gasolina questiona o grupo dos biocombustíveis.

**P.** Se houvesse declínio na produção de soja, que a gente sabe que é a principal matéria prima utilizada (**D**), ou o café, como vocês estão utilizando, em decorrência de fatores climáticos, por exemplo, o que aconteceria com os veículos dependentes desse biocombustível?

**R.** no caso, se houvesse, ele também diminuiria (**C**), mais (sic) não o principal, o foco da nossa empresa é o café, mas não só, porque através de uma parceria com a Embrapa (**B**), que desenvolve vários outros tipos, através de maconha [mamona], de gordura de galinha, de bovinos também (**J**), e mesmo se houvesse o declínio do nosso foco principal, que é o café, poderia ser suprido por outras fontes (**R**).

**Rep.** Bem, sabemos que 75% do biodiesel no mercado é feito com óleo de soja (**D**), e como vimos em geografia a monocultura da grande quantidade soja para atender a demanda, não levaria o esgotamento do solo?

**Trep.** Também, porque mesmo ele sendo um dos que não polui tanto o planeta (**J**), ele ainda polui (**B**). Mas nem por isso ele deixa de ter vantagens, por que por ser de matéria aqui no Brasil é, não tem tantos cafezais é fácil de encontrar (**J**),

dá pra suprir (**C**).

A ideia da gasolina foi tentar mostrar, aos demais colegas, as desvantagens do uso de biocombustíveis levantando as questões que afetam o solo, pela monocultura da cana de açúcar; e a limitação da produção agrícola, pela dependência climática de algumas regiões. Interessante na fala acima, durante a réplica da gasolina, é a lembrança do assunto discutido na disciplina de geografia – as desvantagens das monoculturas, permitindo aos alunos fazerem inter-relações ao conteúdo. Outro dado importante trazido pela gasolina foi a percentagem usada para a produção de biocombustível no Brasil e sua procedência, 75% de soja. Contudo, o certo seria dizer que mais de 75% da plantação de soja é destinada à produção de biodiesel. Em relação às características energéticas dos biocombustíveis, não surgiu nenhuma indagação, o que seria um dos focos do debate.

As falas acima indicaram o uso dos três componentes do esquema de argumentação de Toulmin, a saber, Dado – Justificativa – Conclusão. Entretanto, outros elementos também surgiram na argumentação do grupo dos biocombustíveis, a refutação (R) e o conhecimento básico (B), ambos utilizados para validar a justificativa (SÁ, KASSEBOEHMER e QUEIROZ, 2014). Segundo Villani e Nascimento (2003, p. 190) eles “*dão os limites de atuação de uma determinada justificativa, complementando a ‘ponte’ entre dado e conclusão*”.

A segunda rodada de perguntas e respostas ficou com os grupos Biocombustível e Hidrogênio.

**P.** Quanto é a energia liberada pelo hidrogênio?

**R.** 1 kg de hidrogênio, por exemplo, ele produz três vezes mais energia do que 1kg de gasolina (**D**), então dá pra ver eficiência (**J**) em relação aos outros combustíveis (**C**).

**Rep.** De onde é extraído o hidrogênio?

**Trep.** O hidrogênio é extraído praticamente de tudo, né (**B**). Até dos outros combustíveis, pode ser extraído da água, principalmente, né! 70% dos átomos do oceano são de hidrogênio (**J**). Pode ser extraído do... Da gasolina, do petróleo. Pode ser extraído, dá... Do gás natural, de vários outros locais, assim, ele é o combustível mais abundante do universo (**C**).

O grupo do Hidrogênio tenta supervalorizar o fator energético do seu combustível afirmando que o mesmo é três vezes mais eficiente que a gasolina, o grupo que apresenta maior teor energético dos quatro. O grupo está certo em afirmar esse dado, conforme pode ser conferido pelos valores citados acima. Em relação à extração, tentam mostrar como esse combustível é versátil, podendo ser extraído de qualquer fonte que contenha hidrogênio.

O grupo do Hidrogênio, assim como o grupo do Biocombustível, trouxe os elementos de argumentação D, J, B e C, no entanto, não foi percebido a refutação (R).

Na discussão entre o grupo do Hidrogênio e do grupo do etanol surgem informações que os ajudam a argumentar em prol de cada um.

**P.** Para a produção de etanol, existe-se a plantação de cana-de-açúcar, milho beterraba ou mandioca (**D**). E por sua vez exige grandes áreas livres (**D**). Assim é necessário o desmatamento de novas áreas para a expansão da produção (**C**). O etanol apresenta... não apresenta sustentabilidade, uma vez que com o crescimento populacional também crescerá a demanda e o desmatamento aumentará (**J**). Como pretendem contornar esse problema?

**R.** Segundo o biocombustível lá sabe, não é só cana que produz, né (**DR**)! Toda fonte de açúcar e amidas (**J**). Então já tem muita área sabe (**C**), é como falei possuímos 21 milhões de litros. Eu acho que não dá para faltar (**J**). Tem que desmatar mais para produzir não, porque 18 milhões de litros são utilizados aqui no Brasil, mas sobram três milhões vão para fora, lá para os que não sabem produzir (**J**).

**Rep.** O etanol é mais explosível do que os outros combustíveis (**D**), sendo assim capaz de desgastar as partes internas do carro, isso além de apresentar um custo maior por reparação (**C**). Colocar os ocupantes do veículo em perigo, uma vez que qualquer faísca poderia causar uma explosão. Onde fica a segurança dos usuários?

**Trep.** No caso do etanol se houvesse a questão da faísca, explodiria apenas o carro e no caso do combustível de vocês, o hidrogênio não explodiria apenas o carro, seria... (**C**)

A pergunta traz o questionamento da auto sustentabilidade da produção de etanol, uma vez que, segundo o argumento do grupo, se a população está aumentando, aumentará também a necessidade de mais áreas de plantio. A produção de cana-de-açúcar, beterraba, milho ou ainda mandioca, como explicitado no texto, é renovável, mesmo requisitando maior tempo para respeitar o termo. Contudo, o dado trazido pelo etanol o qual produzimos 21 [28] milhões de litros de etanol (UDOP, 2016) e só consumimos 18 mil, rebate de certa forma, a questão que aflige o grupo do Hidrogênio, uma possível falta de combustível. Houve uma sutil tentativa de discutir o poder energético do etanol, no entanto, preferiram frisar a questão da segurança.

O grupo do etanol trouxe um elemento ao discurso conhecido como Dado Retomado (DR) ao lembrar as informações levantadas pelo grupo do Biocombustível. Esse dado foi utilizado para elaborar as justificativas elencadas no discurso.

O grupo do etanol questiona o grupo da gasolina da seguinte forma:

**P.** A queima da gasolina emite óxidos nitrosos que forma ozônio e monóxidos de carbono [que] (**D**) são prejudiciais à saúde do ser humano e contribuem para o efeito estufa (**C**). Como se pode admitir a produção de um combustível que prejudica tanto o planeta?

**R.** [...] Existem categorias de gasolina hoje no mercado que vão ter apenas 30 partes por milhão de enxofre nessa composição (**D**), elas são altamente limpas (**C**) consideradas com as que a gente tinha na década passada (**J**). E outra coisa, o acréscimo de álcool na gasolina tem feito em substituição do chumbo (**D**), para que ela também seja limpa e ainda acabe melhorando o desempenho do motor e reduzindo o depósito de resíduo natural (**J**), na qual o combustível substitui...

*então que essas gasolinas, elas estão de acordo com que a legislação pede da emissão de gases para serem transmitidos, está dentro da legislação (B).*

**Rep.** Porque é preciso adicionar 20% de etanol na gasolina?

**Trep.** É, ah! Como o colega já mencionou, a adição de etanol só tende a melhorar ainda mais a quanti... A qualidade da gasolina (C), quanto em questões ambientais, como em questões de funcionamento mesmo, melhora a combustão, a potência e melhora também o funcionamento do motor, né (J). Sendo relacionado [...] à octanagem da gasolina para melhorar a combustão quantitativamente (J).

Nesse momento a professora fala que adição de etanol na gasolina atualmente está em 26%. A discussão mostra argumentos válidos ao debate, tal como o fato da gasolina nacional atual apresentar teor mais baixo de enxofre, o que causaria um efeito ambiental mais sério, como a chuva ácida. A preocupação com o rendimento do combustível no motor do carro promove uma contextualização do conteúdo de termoquímica, tão presente no cotidiano dos alunos.

O grupo da gasolina, ao final de sua resposta, trouxe a justificativa validada pela legislação. O conhecimento básico (B) pode basear-se em *alguma autoridade, uma lei jurídica ou científica*, que fundamentam a justificativa (SÁ, KASSEBOEHMER e QUEIROZ, 2014).

Os alunos começam a conversar sobre a situação, então a professora pergunta se o debate finalizou, os alunos confirmam que sim. Finalizado o debate a professora perguntou aos alunos se algum grupo desejava fazer pergunta para outro grupo, obtendo resposta positiva somente dos grupos hidrogênio e etanol.

**Hidrogênio:** Eles disseram que o nosso hidrogênio explodiria uma cidade, como na catástrofe do hidrogênio, não aconteceu um problema, mas o hidrogênio é armazenado pasteuradamente em um recipiente coberto por 70 folhas de alumínio. Então o hidrogênio vazar é quase impossível de acontecer, na qual ele não explodiria, a segurança é muito alta.

Uma vez que a segurança no uso desse combustível foi desafiada, o grupo viu-se na obrigação de confortar os colegas dizendo que o risco de explosão é pequeno em vista das exigências de armazenamento.

Ao final da aula, o aluno escolhido como Empresário decidiu pela aquisição do combustível Hidrogênio porque, segundo ele, “*além de ser um combustível limpo, possui mais qualidade energética, mais bioagradável*”.

### 3.3 Respostas Ao Questionário

Vinte e três alunos responderam o questionário sobre vantagens e desvantagens dos combustíveis. No entanto, alguns deles não fizeram apontamentos em todos os itens, não ficando uma soma exata de respostas. Os quadros 1, 2, 3 e 4 mostram as respostas categorizadas como forma de organizar, por frequência, aquelas que mais se destacaram para os alunos.

	Categorias de Respostas	Frequência
Vantagens	Matéria-prima em abundância e variável	10
	Matéria-prima de fonte renovável	5
	Matéria-prima de origem vegetal	4
Desvantagens	Desmatamento para o cultivo	9
	Necessidade de uma grande área para plantio	3
	O uso intensivo da terra pode causar danos a ela	2
	Libera pouca energia em relação aos demais combustíveis	1

Quadro 1. Respostas sobre Biocombustíveis.

Um dos alunos respondeu como vantagem [...] é produzido através de plantas e/ou nutrientes como cana-de-açúcar, café, entre outros, o que torna menos poluente. A vantagem que mais se destacou para a turma foi o fato dos biocombustíveis proverem de diferentes fontes vegetais, e portanto, serem abundantes. Contudo, o fato de haver desmatamento para manter a demanda, é o que mais os preocupou.

	Categorias de Respostas	Frequência
Vantagens	Preço acessível/baixo	6
	Não é poluente	4
	Combustível alternativo de fácil extração	3
	Fonte renovável	3
	Baixo custo de produção	2
	Reabsorve o CO <sub>2</sub> no processo produtivo	2
Desvantagens	Desmatamento ocorre em grande proporção	5
	Degradação do solo devido ao plantio da monocultura	4
	Necessidade de grandes áreas para o plantio	2
	Oferece menos potência ao motor	1
	Contém substâncias que corroem o motor	1

Quadro 2. Respostas sobre Etanol.

As vantagens e desvantagens do uso de etanol aparecem em maior número diante dos outros combustíveis, destacando o fato de considerarem-no um produto com preço acessível, apesar de um dos alunos acreditar que *para substituir a produção da gasolina, seria necessário a baixa do preço do combustível (desvantagem)*. A degradação do solo pelo cultivo da monocultura gera um impacto tanto para a produção de etanol, quanto para a produção de biocombustíveis.

	Categorias de Respostas	Frequência
Vantagens	Possui aditivos que auxiliam no funcionamento do motor	6
	Possui alto teor energético o que confere alta potência ao motor	5
	É um derivado do petróleo	1
	Tem uma alta produtividade em relação ao etanol e biocombustível	1
Desvantagens	Prejudicial ao meio ambiente	13
	Provém de fonte não renovável	3
	Preço e custo elevados	3

Quadro 3. Respostas sobre Gasolina.

Durante o debate foi muito discutido o uso de etanol na gasolina como aditivo, usado no funcionamento do motor, o que, para alguns alunos, foi o que mais chamou a atenção, bem como a produção energética durante o processo de combustão.

Na categoria *Prejudicial ao meio ambiente* foram elencadas as seguintes respostas: grande liberação de monóxido de carbono quando entra em combustão, acarretando mais o efeito estufa; emite muito gás tóxico; é um combustível fóssil, desta forma causa muita poluição quando é queimado e libera grande quantidade de CO<sub>2</sub> na sua combustão.

	Categorias de Respostas	Frequência
Vantagens	Não é poluente, pois libera H <sub>2</sub> O ao meio ambiente	9
	Há grande abundância de matéria-prima	6
	Maior rendimento energético	5
	Fonte renovável	2
Desvantagens	Risco de explosão quando em contato com o gás oxigênio	12
	Custo alto do processo de extração	9

Quadro 4. Respostas sobre o Hidrogênio.

A questão de não ser poluente está relacionada ao fato da reação entre gás hidrogênio e gás oxigênio não produzirem monóxido de carbono, nem dióxido de carbono, os quais, na percepção dos alunos, parecem ser os grandes vilões da poluição.

O Risco de explosão é lembrado durante o armazenamento na resposta: *Uma desvantagem é o risco muito elevado de um reservatório explodir* e no transporte, *Como ele fica armazenado no tanque do carro se ocorre uma explosão devido as suas reações, havendo assim grandes prejuízos.*

## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O debate foi uma oportunidade dada aos alunos de argumentarem e de apresentarem suas opiniões sobre um tema que emerge no cotidiano deles: o uso de combustíveis. Apesar da discussão não ter sido rica na questão energética dos combustíveis, foi muito proveitosa na questão ambiental. Segundo Oliveira, Suarez e dos Santos (2008), ao trabalhar os combustíveis, o professor deve destacar, contudo, as repercussões ambientais, econômicas e sociais envolvidas em seu uso.

Pontos positivos desta metodologia foram a prática da pesquisa como forma de aprendizagem e oportunidade de inter-relacionar o conteúdo com outras disciplinas, como aconteceu com a geografia. Para o aluno bolsista do PIBID, a vivência em planejar e executar uma aula diferenciada e contextualizada possibilitou uma reflexão da prática docente por meio da pesquisa.

Em relação às argumentações presentes nos discursos durante o debate, os alunos apresentaram todos os elementos que os tornem válidos e capazes de gerar aprendizagem significativa.

## REFERÊNCIAS

ALTARUGIO, M. H.; SILVA, R. M. S. O uso do debate como possibilidade para o ensino da química: um desafio para professores do ensino médio. XV Encontro Nacional de Ensino de Química, 2010.

CAPES. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Portaria Normativa nº 38, de 12 de dezembro de 2007. **Dispõe sobre o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – PIBID**. Diário Oficial da União, n. 239, seção 1, p. 39, 2007.

CORRÊA, J. Debate regrado- domínio do argumentar trabalhando com a oralidade em uma turma do 3º ano do ensino fundamental. **Nau Literária: crítica e teoria de literaturas**, vol. 9, n. 1, 2013.

FATARELI, E. F.; FERREIRA, L. N. de A.; QUEIROZ, S. L. Argumentação no ensino de química a partir do debate de questões sociocientíficas. VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2011. Disponível em: <[www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R1458-2.pdf](http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R1458-2.pdf)> acesso em 25/03/2016.

GERON, V. Debates em sala devem ter regras. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/educacao/debates-em-sala-devem-ter-regras-2axf4s0qa94pqkf44bmsx77m6>>. Acessado em: 21/03/2016.

HAYDT, C. C. **Curso de didática geral**. São Paulo: Ática, 2016.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo, Cortez, 1994.

OLIVEIRA, F. C. C.; SUAREZ, P. A. Z.; SANTOS, W. L. P dos. Biodiesel: Possibilidades e desafios. **Química Nova na Escola**, nº 28, 2008.

SÁ, L. P.; KASSEBOEHMER, A. C.; QUEIROZ, S. L. Esquema de argumento de Toulmin como instrumento de ensino: explorando possibilidades. **Revista Ensaio**, vol. 16, nº 03, p. 147-170, 2014.

Sobre o etanol. Disponível em: <<https://www.novacana.com/etanol/sobre>>

UDOP. União dos Produtores de Bioenergia. Disponível em: [http://www.udop.com.br/download/estatistica/acucar\\_producao/11mar16\\_producao\\_etanol\\_brasil.pdf](http://www.udop.com.br/download/estatistica/acucar_producao/11mar16_producao_etanol_brasil.pdf). Acesso dia 24/03/2016.

VILLANI, C. E. P. **As práticas discursivas argumentativas de alunos do ensino médio no laboratório didático de física.** Belo Horizonte (MG): Faculdade de Educação da UFMG, 2002. (Dissertação de Mestrado).

\_\_\_\_\_ ; NASCIMENTO, S. S. do. A argumentação e o ensino de ciências: uma atividade experimental

No laboratório didático de física do ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v8(3), p. 187-209, 2003.

ZANON, L; MALDANER, O. **Fundamentos e Propostas de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil.** Ijuí: Ed. Unijuí, 2007.

## ANÁLISE EXPERIMENTAL DE *Humirianthera ampla*: TESTANDO POSITIVIDADE PARA ALCALOIDES

**Antonia Eliane Costa Sena**

Centro Universitário UNINORTE, Rio Branco Acre/  
Brasil

**Ketlen Luiza Costa da Silva**

Centro Universitário UNINORTE, Rio Branco Acre/  
Brasil

**Dagmar mercado Soares**

Secretaria Estadual de Educação SEE, Rio  
Branco Acre/Brasil

**Ricardo de Araújo Marques**

Centro Universitário UNINORTE, Rio Branco Acre/  
Brasil

**RESUMO:** Pertencente à família Icicinaeae a *Humirianthera ampla* é um arbusto escandente com ramos cilíndricos com casca lenticelosa. Existem poucos estudos sobre esta espécie, o que leva este ser o primeiro trabalho de análise da folha, sendo que os trabalhos publicados existentes foram desenvolvidos através do estudo sobre a sua raiz tuberosa. O material de estudo foi coletado no município de Plácido de Castro, a excicata foi depositada no herbário UFACPZ, e a análise qualitativa foi feita através da técnica no qual se utiliza os reagentes Bertrand, Bouchardat, Dragendorff e Mayer. O teste qualitativo mostrou conter alcaloides, no qual gera um incentivo para futuras análises a partir das folhas para a identificação de seus constituintes.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Humirianthera ampla*; Alcaloides; identificação.

**EXPERIMENTAL ANALYSIS OF *Humirianthera ampla*: TESTING POSITIVITY FOR ALKALOIDS**

**ABSTRACT:** Belonging to the Icicinaeae family the *Humirianthera ampla* is a scandic shrub with cylindrical branches with lenticellose bark. There are few studies on this species, which leads to this being the first work of analysis of the leaf, and the existing published works were developed through the study on its tuberous root. The study material was collected in the municipality of Plácido de Castro, the excicata was deposited in the UFACPZ herbarium, and the qualitative analysis was done through the technique using the reagents Bertrand, Bouchardat, Dragendorff and Mayer. The qualitative test showed to contain alkaloids, in which it generates an incentive for future analyzes from the leaves to identify their constituents.

**KEYWORDS:** *Humirianthera ampla*; Alkaloids; identification.

## INTRODUÇÃO

Pertencente à família Icacinaceae a *Humirianthera ampla* é um arbusto escandente com ramos cilíndricos com casca lenticelosa, quando jovens, e quando adultos possui casca esfoliativa. Suas folhas glabras, obovado-oblongas, com base arredondada, ápice obtuso, subcartáceas, glabras nos dois lados, pouca penugem sobre a nervura primária da face superior. Possui inflorescência paniculado-racemosa, axilar, terminal ou sub-terminal, ferrugíneo-pubescente; suas flores brancas, com pétalas oblongas iguais, de estames amarelos com anteras oblongas flexuosas, obtusas. Seu fruto globoso mede cerca de 3,5 cm de diâmetro ainda imaturo de superfície ferrugíneo-puberulenta (DOBEREINER, 1982).

Pouco se tem estudo sobre a espécie, o que leva este ser o primeiro trabalho de análise da folha, sendo que os trabalhos publicados existentes foram desenvolvidos através do estudo sobre a sua raiz tuberosa, o mais próximo sobre as folhas foi escrito por Dobereiner e Tokarnia pela revista Pesquisa Veterinária Brasileira em 1982, no qual descreve o estudo da intoxicação pelo consumo das folhas em bovinos. Dos animais testados nesse estudo com *H. ampla*, 75% foram ao óbito com a ingestão de folhas frescas e apresentando sinais e sintomas comuns de focinho seco, anorexia, tremores musculares na região da coxa, fezes moles, apatia e sialorréia. De acordo com os sintomas e achados na necropsia apresentados pelos bovinos descritos por Dobereiner e Tokarnia (1982), indica ser uma intoxicação por alcaloides no qual outros estudos referentes a intoxicação por alcaloides também apresenta.

## ALCALOIDES

O termo alcaloide foi proposto por W. Meissner no século XIX, aplicando-se a compostos de origem natural que apresentam nitrogênio na sua estrutura. Os alcaloides formam um grupo heterogêneo de compostos naturais que, normalmente, apresentam uma estrutura complexa. São constituídos por carbono, hidrogénio e nitrogênio, o qual, na maioria dos casos, forma parte de um anel heterocíclico aromático, sendo a maioria deles oxigenados. Muitos autores só consideram como verdadeiros alcaloides os compostos com azoto (nitrogênio) em anéis heterocíclicos e como proto-alcaloides os que o possuem numa cadeia lateral acíclica. A sua origem biogenética é normalmente a partir de aminoácidos, mas há vários alcaloides que derivam de terpenos e esteróis. São, em sua maioria, dotados de atividades farmacológica ou toxicológica.

Os alcaloides dividem-se em várias classes, nomeadamente: alcaloides com grupo amina em cadeia lateral; alcaloides com núcleo pirrolidina, piridina e piperidina; alcaloides com núcleo tropano; alcaloides com núcleo pirrolizidina; alcaloides com núcleo quinolizidina; alcaloides com núcleo quinoleína; alcaloides com núcleo isoquinoleína; alcaloides com núcleo indólico; alcaloides com núcleo imidazol;

alcaloides derivados do metabolismo terpénico; alcaloides das Amaryllidaceae; alcaloides betalaínicos e metilxantinas (CABRAL, 2015).

## ATIVIDADE FARMACOLÓGICA DOS ALCALOIDES

A atividade farmacológica dos alcaloides se confunde com a própria história do homem. Ao longo dos anos, acumularam-se muitos conhecimentos sobre esses compostos, principalmente através de tentativas e erros, superstição, religião e por fim métodos científicos modernos, como por exemplo a vasta gama de atividades farmacológicas dependentes de sua estrutura química. De forma geral, apresentam características de neurotransmissores, demonstrando papel de regulação, estimulação e indução de funções. Esses metabólitos podem interagir com diversos alvos, como canais de  $\text{Na}^+$ , receptores muscarínicos, acetilcolinesterase, receptores opioides, entre outros.

Deve-se levar em consideração que os alcaloides são uma classe de metabólitos extremamente versáteis, podendo apresentar características (e potenciais farmacológicos) diferentes apenas com uma variação de pH. Somada à variação estrutural, tais produtos naturais contemplam uma gama enorme de potenciais, o que justifica formarem o grupo de produtos naturais mais estudados e de maior interesse farmacêutico (SIMOES, 2017).

## METODOLOGIA

O material de estudo foi coletado no município de Plácido de Castro, a exsicata foi depositada no herbário UFACPZ, para confirmação de gênero e espécie, com número de tombo 20566.

Para a análise qualitativa foi utilizado o método de identificação segundo a sociedade brasileira de farmacognosia, no qual se utiliza os seguintes reativos, Bertrand, Bouchardat, Dragendorff e Mayer (FARMACOGNOSIA, 2018).

Inicialmente as folhas foram secadas em estufa por aproximadamente 24 horas e trituradas em moinho, no qual foram obtidos aproximadamente 25g da droga. Em seguida foram preparados os reagentes para a análise da droga. Cinco gramas foram utilizados para a análise por decocção em meio ácido, após filtrado a solução obtida foi alcalinizada e os alcaloides retirados do meio ácido por clorofórmio, a fase orgânica foi separada através de extração líquido-líquido e utilizada para agir com os reativos inicialmente preparados.

Na cromatografia de camada delgada CCD foram utilizadas cromatofolhas de alumínio, onde as amostras foram aplicadas e colocadas para correr em meio solvente de eluentes (2:5:3) hexano, clorofórmio e isopropanol e reveladas com iodo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Simões et al. (2017), a família Icacinaceae na qual a *humirianthera ampla* faz parte, não está presente no grupo descrito das famílias contendo alcaloides, porém os resultados experimentais apontam o contrário.

A *H. ampla* mostrou ter alcaloides (figura 1) de acordo com a técnica de identificação qualitativa com os principais reagentes utilizados nesse estilo de identificação, o Mayer, Dragendorff, Bouchardat e Bertrand, no qual foram observados precipitado e a turbidez nos tubos. O teste utilizando os reativos é simples e barato, e gera incentivo para outros estudos acerca de seus resultados.

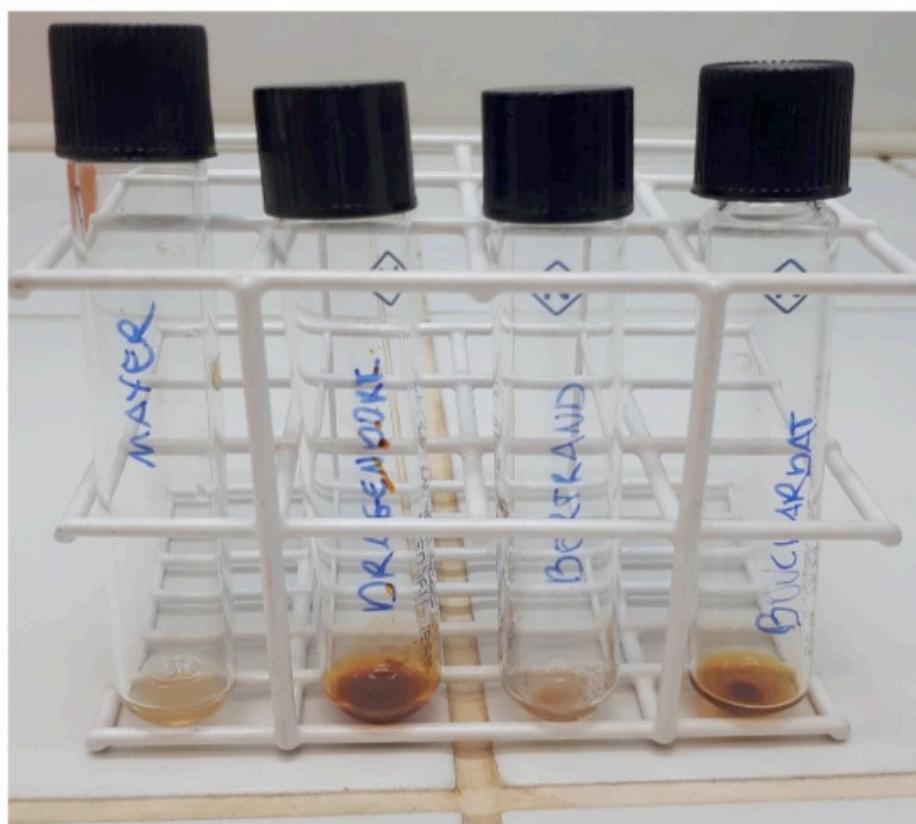


Figura1: teste qualitativo

Fonte: arquivo de dispositivo móvel do autor

A técnica de cromatografia em camada delgada CCD revelou substâncias, dentre elas acredita-se ter indícios de alcaloides visivelmente na fase móvel das figuras 2 e 3.



Figura 2: técnica de CCD

Fonte: arquivo de dispositivo móvel do autor



Figura 3: Técnica de CCD revelada em lodo

Fonte: arquivo de dispositivo móvel do autor

Apesar de ter mostrado conter substâncias, possivelmente alcaloides, é necessário realizar em meio a outros eluentes e reveladores específico para alcaloides, pois o lodo é um revelador universal.

Os alcaloides estão presentes na composição de medicamentos, exemplos mais comuns são a morfina (empregada como analgésico opiáceo), codeína (utilizada como antitussígeno) e a quinina (usada no tratamento de malária) e a descoberta de novos alcaloides podem indicar incentivo para novos medicamentos.

## CONCLUSÃO

Os resultados positivos para alcaloides gera um incentivo para futuras análises a partir das folhas para a identificação de seus constituintes, estudo da sua citotoxicidade e suas possíveis aplicações.

## REFERÊNCIAS

CABRAL, C.; PITA, J.R. **Alcaloides: relevância na farmácia e no medicamento.** Ciclo de Exposições: Temas de Saúde, Farmácia e Sociedade. Catálogo. Centro de Estudos Interdisciplinares do Século XX (CEIS 20) – **Grupo de História e Sociologia da Ciência e da Tecnologia**, Coimbra, 2015.

DOBEREINER, J.; TOKARNIA, C. H. Intoxicação Experimental por Humirianthera ampla e H. rupestris (Icacinaceae) em bovinos. Pesquisa Veterinária Brasileira, v. 2, n. 2, p. 61-67, 1982.

FARMACOGNOSIA, S.B: **Alcaloides. Disciplina de farmacognosia II.** Disponível em <<http://www.sbfognosia.org.br/Ensino/alcaloides.html>> [acesso 03 de novembro 2018].

LUCENA, Ricardo B.; RISSI, D.R.; MAIA, I. A.; FLORES, M. M.; DANRAS, A. F. M.; NOBRE, V. M. T.; RIET-COOREA, F.; BARROS, C. S. L. Intoxicação por alcaloides pirrolizidínicos em ruminantes e equinos no Brasil. **Pesq. Vet. Bras.**, v. 30, n. 5, p. 447-452, 2010.

SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. Alcaloides: generalidades e aspectos básicos. **Farmacognosia: do produto natural ao medicamento.** Porto Alegre, p 305-316, 2017.

## TRITERPENOIDES, ESTEROIDES E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DAS CASCAS DO CAULE DE *Luehea divaricata*

**Lildes Ferreira Santos**

Universidade Federal do Piauí– UFPI  
Teresina – Piauí

**Lucivania Rodrigues dos Santos**

Universidade Federal do Piauí– UFPI  
Teresina – Piauí

**Adonias Almeida Carvalho**

Instituto Federal do Piauí – IFPI (Campus Piripiri)  
Piripiri – Piauí  
Universidade Federal do Piauí – UFPI  
Teresina – Piauí

**Renato Pinto de Sousa**

Universidade Federal do Piauí – UFPI  
Teresina – Piauí

**Mateus Lima Neris**

Universidade Federal do Piauí – UFPI  
Teresina – Piauí

**Gerardo Magela Vieira Júnior**

Universidade Federal do Piauí– UFPI  
Teresina – Piauí

**Samya Danielle Lima de Freitas**

Universidade Federal do Piauí– UFPI  
Teresina – Piauí

**Mariana Helena Chaves**

Universidade Federal do Piauí – UFPI  
Teresina – Piauí

**RESUMO:** A investigação fitoquímica do extrato etanólico das cascas do caule de *Luehea*

*divaricata* Mart & Zucc resultou no isolamento e identificação dos triterpenoides pentacíclicos friedelina (1), lupenona (2), lupeol (3), hop-17(21)-en-3-ona (4), hop-17(21)-en-3-ol (5), taraxasterol (6), ácido 3-O-acetil-oleanólico (7) e ácido 3-O-acetyl-ursólico (8) e dos esteroides sitosterol (9) e estigmasterol (10). O extrato etanólico e suas frações da partição apresentaram atividade antioxidante no ensaio frente ao radical DDPH, sendo o extrato e a fração acetato de etila mais ativos e com os maiores teores de fenóis totais, determinado pelo método de Folin-Ciocalteu.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Luehea divaricata*, triterpenoides, atividade antioxidante, Fabaceae

**TRITERPENOIDES, STEROIDS AND ANTIOXIDANT ACTIVITY FROM STEM BARK OF *Luehea divaricata***

**ABSTRACT:** The phytochemical investigation of the ethanolic extract of the stem bark of *Luehea divaricata* Mart & Zucc resulted in the isolation and identification of pentacyclic triterpenoids: friedelina (1), lupenone (2), lupeol (3), hop-17(21)-en-3-one (4), hop-17(21)-en-3-ol (5), taraxasterol (6), 3-O-acetyl oleanolic acid (7) and 3-O-acetyl ursolic acid (8) and the steroids sitosterol (9) and stigmasterol (10). The ethanolic extract and its partition fractions

showed antioxidant activity in the assay against the DDPH radical, and the ethyl acetate extract and fraction were more active and had the highest total phenol content, determined by the Folin-Ciocalteu method.

**KEYWORDS:** *Luehea divaricata*, triterpenoids, antioxidant activity, Fabaceae

## 1 | INTRODUÇÃO

*Luehea divaricata* Mart & Zucc (Malvaceae), sinonímias *L. speciosa* Wild, *Brotera mediterranea* Vell e *L. parvifolia* Mart., é conhecida popularmente como açoita cavalo (TANAKA et al., 2005). É uma espécie não endêmica, com ocorrência no Paraguai, Argentina, Uruguai e Brasil, principalmente nos estados da Bahia, Goiás, Distrito Federal, Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (FORZZA et al., 2010). As folhas desta espécie são utilizadas no tratamento de disenteria, reumatismo, blenorragia, leucorréia e tumores, sendo comercializadas para estes fins. Além disso, as flores são usadas na medicina tradicional contra bronquite e a raiz como depurativa (TANAKA et al., 2005).

Estudos químicos realizados anteriormente relatam a ocorrência do flavonoide rutina, identificado por CLAE no extrato etanólico das folhas (ARANTES, 2012). Os compostos vitexina, ácido 3 $\beta$ -p-hidroxibenzoiltormêntico, ácido maslínico e glicopiranosilsitosterol foram isolados do extrato metanólico das folhas e (-)-epicaquetina do extrato metanólico das cascas do caule (TANAKA et al., 2005).

Os triterpenoides e esteroides são comuns em plantas e já foram isolados nas folhas de *L. divaricata*. Estas classes de compostos são biossintetizadas pela rota do mevalonato em animais e plantas. O precursor é o óxido de esqualeno na conformação cadeira-cadeira-cadeira-barco formando triterpenoides com diversos esqueletos carbônicos, dos quais, os mais comuns são lupano, oleanano e ursano (Figura 1). Dióxido de esqualeno na conformação cadeira- barco-cadeira-barco gera os esteroides (DEWICK, 2009).

Triterpenoides de esqueleto hopano geralmente são encontrados em membranas de bactérias e em samambaias e são biossintetizados a partir do esqualeno. Os hopanoides que têm função oxigenada em C-3 são também biossintetizados a partir do óxido de esqualeno na conformação cadeira-cadeira-cadeira- cadeira gerando o cátion hopila (DEWICK, 2009; XU et al., 2004).

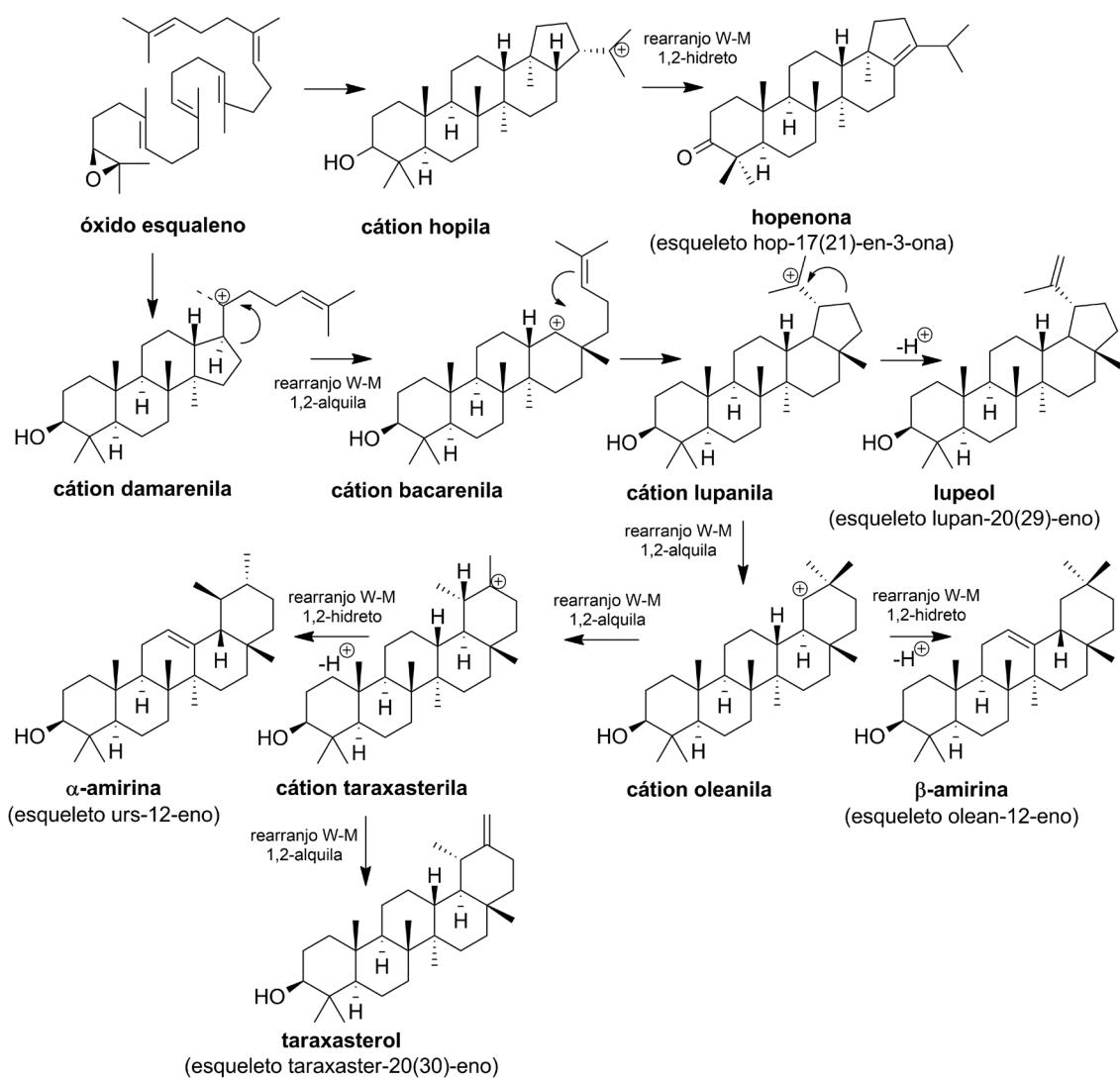


Figura 1. Rota biossintética dos triterpenóides. Adapitado de Dewick (2009) e Xu et al. (2004).  
W-M: Wagner-Meerwein.

Estudos farmacológicos comprovaram as atividades antioxidante, mutagênica, antinociceptiva, analgésica, antifúngica, antimicrobiana e anti-inflamatória da espécie *L. divaricata* (ALICE et al., 1991; BATISTA et al., 2016; MULLER, 2006; ROSA et al., 2014; ZACCHINO et al., 1998).

O presente trabalho teve como objetivo realizar o estudo fitoquímico e avaliar o potencial antioxidante do extrato etanólico das cascas do caule de *L. divaricata* e de suas frações.

## 2 | METODOLOGIA

As cascas do caule de *L. divaricata* foram coletadas no povoado Bebedouro, no município de Nazária - PI, em dezembro de 2013. O material vegetal foi identificado pelo biólogo Felipe Sousa Queiroz Barbosa da Universidade Federal do Piauí e uma exsicata encontra-se depositada no Herbário Graziela Barroso com o número TEPB 30119 e cadastro de acesso SisGen nº AAB530D.

As cascas foram secas, moídas (3,4 kg) e submetidas à maceração exaustiva com etanol. O solvente foi removido em evaporador rotativo obtendo-se 170 g (5%) do extrato etanólico da casca do caule (EECC). Uma alíquota de 160 g do EECC foi suspensa em 1,5 L da mistura MeOH/H<sub>2</sub>O (1:2) e submetido a partição, resultando nas frações hexânica (FHCC, 7 g, 4%), acetato de etila (FAECC, 35 g, 21%) e aquosa (FACC, 113 g, 67%).

A FHCC (6,5 g) foi fracionada por meio de cromatografia em coluna de gel de gel de sílica e eluída com hexano, hexano-acetato de etila e metanol, em ordem crescente de polaridade, fornecendo 106 frações. Após análise em cromatografia em camada delgada (CCD) reveladas com sulfato cérico foram reunidas em 26 grupos.

O grupo HLd-14 trata-se da mistura M1 (**1, 2 e 4**). Os grupos HLd-25, HLd 47-16 e HLd 37-9 foram fracionados em coluna de Sephadex LH-20, eluída em hexano-diclorometano (1:4), fornecendo as misturas dos compostos M2 (**3, 5 e 6**), M3 (**7 e 8**) e M4 (**9 e 10**), respectivamente.

As análises por ressonância magnética nuclear de hidrogênio e carbono-13 (RMN de <sup>1</sup>H e de <sup>13</sup>C) foram realizadas em espectrômetro Varian INOVA-modelo 400, operando a 400 MHz para o <sup>1</sup>H e 100 MHz para o <sup>13</sup>C. Foram utilizados CDCl<sub>3</sub> como solvente e TMS como referência interna e somente para a mistura M3 foi usado CDCl<sub>3</sub> com gotas de CD<sub>3</sub>OD.

A avaliação da atividade antioxidante do EECC e das frações foi realizada pelo método do sequestro do radical livre DPPH como descrito por Sousa et al. (2007). Os controles positivos utilizados foram rutina e BHT.

O conteúdo de fenóis totais foi determinado pelo método de Folin-Ciocalteau, conforme descrito por Sousa et al. (2007) e o teor de flavonoides totais por espectrofotometria de absorção molecular utilizando solução metanólica de AlCl<sub>3</sub>, de acordo com Ferreira et al. (2014).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo fitoquímico do extrato etanólico das cascas do caule de *L. divaricata* resultou no isolamento e identificação de três misturas de triterpenóides (M1 a M3) e uma mistura (M4) de esteroides (Figura 2). Em análise por CCD revelada com solução de sulfato cérico, M1 apresentou uma mancha alaranjada, enquanto M2 mostrou mancha de coloração rósea, M3 mancha alongada lilás e M4 mancha azul que muda para rosa com a continuação do aquecimento. Estas cores observadas são características de compostos de natureza isoprénica, como triterpenoides e esteroides (CHAVES, 1997).

As estruturas dos compostos foram identificadas por RMN de <sup>1</sup>H e <sup>13</sup>C (Tabela 1) e por comparação com dados da literatura. Todos os compostos são inéditos na espécie.

Os espectros de RMN de  $^1\text{H}$  das misturas M1-M3 apresentaram sinais na região de d 0,7 a 2,7, atribuídos a hidrogênios de grupos metílicos, metilênicos e metínicos característicos de triterpenoides. Para M1 observou-se ausência de um duplo duplo em aproximadamente d 3,2 que descartou a ocorrência de triterpenoide do tipo 3b-OH. Os dupletos em d 4,56 e 4,68 ( $J=2,5$  Hz) dos hidrogênios (H-29a e H-29b) da ligação dupla *gem*-dissubstituída e o simpleto em d 1,68, correspondente a hidrogênios metílicos (H-30) ligados a carbono  $\text{sp}^2$ , sugerem a existência do esqueleto lup-20(29)-eno (OLEA; ROQUE, 1990).

O espectro de RMN de  $^{13}\text{C}$  da mistura M1 (Tabela 1) apresentou 58 sinais de maior intensidade. O par de sinal em d 151,0 e 109,5 confirma a ligação dupla do esqueleto lup-20(29)-eno e o sinal em d 218,3 indica a presença de carbonila em C-3. Esta análise permitiu identificar a luponona (2) (MAHATO; KUNDU 1994). Foi possível observar ainda, os sinais em d 7,0 atribuído a C-23, característico de esqueleto friedelano e em 213,3 de carbonila em C-3 (OLEA; ROQUE, 1990) permitindo identificar a friedelina (1). Na mistura M1, foi possível identificar ainda, o hop-17(21)-en-3-ona (4), pela presença dos sinais em d 139,8 (C-17) e 136,4 (C-21) típico de triterpenoide de esqueleto hop-17(21)-eno e um sinal em d 218,3 de carbonila em C-3 (OLEA; ROQUE, 1990; SHEN et. al., 2002).

A friedelina (1) possui propriedades antifúngica, antimicrobiana e hipolipidêmica (DURAIPANDIYAN et al, 2016). A luponona (2) possui atividades antidiabética, antiparasitária e adipogênica (AHN et al, 2013; GACHET et al., 2011; NA et al., 2009). Não há relato de atividades farmacológicas na literatura para hop-17(21)-en-3-ona (4).

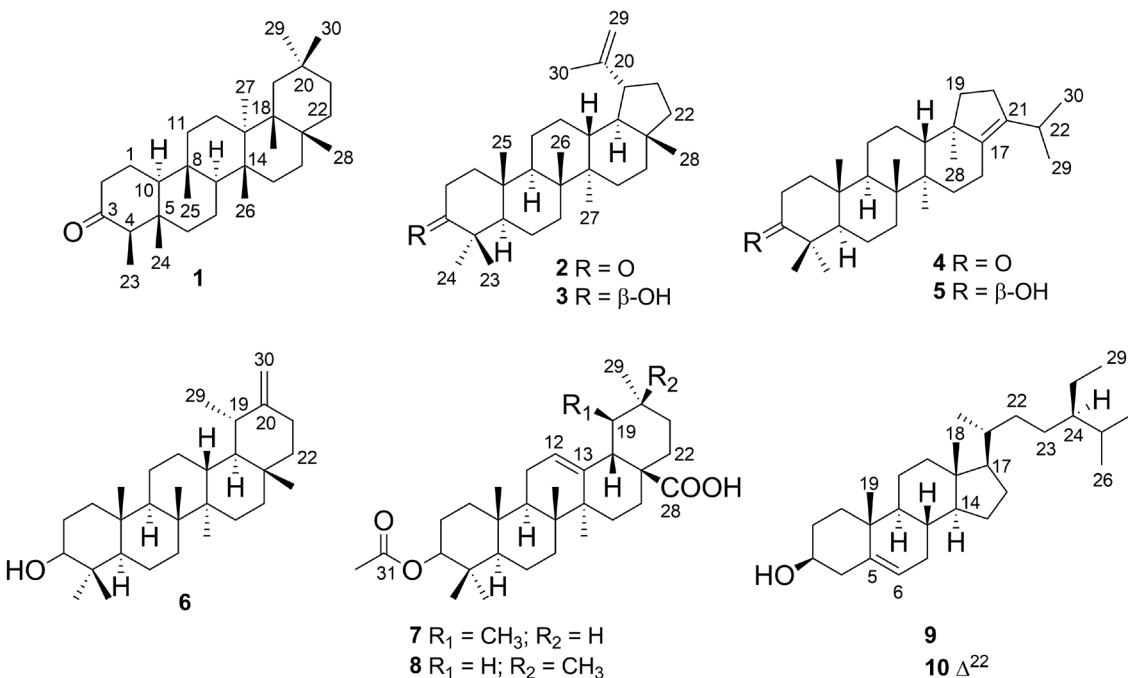


Figura 2. Estruturas dos compostos obtidos das cascas do caule de *L. divaricata*

O espectro de RMN de  $^1\text{H}$  da mistura M2 foi semelhante ao de M1. Os sinais em d 4,56 e 4,68 (d,  $J=2,5$  Hz, H-29a e H-29b) e em d 1,68 (s, H-30) indicam o esqueleto lup-20(29)-eno. Adicionalmente, apresentou um multiplet em d 3,19 (H-3), indicativo de hidrogênio oximetílico em triterpenoides 3 $\beta$ -OH sugerindo o lupeol (**3**) (ARAÚJO; CHAVES, 2005).

O espectro de RMN de  $^{13}\text{C}$  de M2 (Tabela 1) apresentou 54 sinais de maior intensidade. O sinal de carbono oximetílico (C-3) em d 79,1 confirma a presença de triterpenoides 3b-OH. Os pares de sinais em d 151,1/109,4, 140,0/136,2 e 154,7/107,2 caracterizam os esqueletos lup-20(29)-eno, hop-17(21)-eno e urs-20(30)-eno, respectivamente (OLEA; ROQUE, 1990), permitindo identificar o lupeol (**3**), hop-17(21)-en-3-ol (**5**) e taraxasterol (**6**), respectivamente (MAHATO; KUNDU, 1994), sendo o lupeol (**3**) o constituinte majoritário.

O lupeol (**3**) tem atividades antioxidantas, anti-inflamatória, antimutagênica, antimarialárica, antitumoral, citotóxica, antiviral e antiprotozoária (BADAMI et al., 2003; SALEEM, 2009; SRIVASTAVA et al., 2016; TOLO et al., 2010; WAL, 2015). Para o hop-17(21)-en-3-ol (**5**), não há relatos de atividades biológicas. Estudos realizados com o taraxasterol (**6**) relataram as atividades anti-inflamatória, antiartrítica, antialérgica e antioxidante (SHARMA; ZAFAR, 2015; WANG et al., 2016).

A mistura M3 apresentou no espectro de RMN de  $^1\text{H}$ , um duplo duplet em d 4,49 ( $J=7,4$  e 15,9 Hz) atribuído ao hidrogênio oximetílico em C-3, bastante desblindado quando comparado a triterpenóides 3b-OH da mistura M2, sugerindo um grupo éster ao invés de hidroxila em C-3. Adicionalmente, um simpleto em d 2,04, com integração para três hidrogênios, indicou a presença do grupo 3b-O-acetil. Os multipletos em d 5,24 e 5,27 são indicativos de hidrogênios olefinicos (H-12) em triterpenoides com esqueletos urs-12-eno e olean-12-eno, respectivamente (JO et al., 2005).

Os pares de sinais em d 122,7/143,7 e 125,9/138,1 do espectro de RMN de  $^{13}\text{C}$  da mistura M3 (Tabela 1), atribuídos a C-12 e C-13 da ligação dupla, confirmaram a mistura de triterpenoides com esqueletos olean-12-eno e urs-12-eno, respectivamente (OLEA; ROQUE, 1990). Em triterpenoides 3b-OH, o sinal referente a C-3 ocorre em aproximadamente d 79,0 como na mistura M2. Entretanto, para M3, o C-3 encontra-se mais desblindado, em d 81,0, que associado aos sinais em d 21,3 de grupo metila e 171,2 de carbono carbonílico de éster confirmam a presença do grupo 3b-O-acetil. Estes dados, juntamente com a presença o sinal em d 183,4 atribuído a uma carbonila de ácido localizada em C-28, permitiram identificar os ácidos 3-O-acetil-oleanólico (**7**) e 3-O-acetil-ursólico (**8**) (OLEA; ROQUE, 1990; MAHATO; KUNDU, 1994; JO et al., 2005).

O ácido 3-O-acetil-oleanólico (**7**) possui ação indutora de apoptose em células de carcinoma do cólon humano e na inibição da dermatite atópica e de contato alérgico (KIM et al., 2016). Enquanto o ácido 3-O-acetil-ursólico (**8**) apresenta ação citotóxica e antibacteriana (GOSSAN, et al., 2016).

Os dados de RMN de  $^1\text{H}$  da mistura M4 apresentou um perfil característico de

esqueleto esteroidal D<sup>5</sup> com dois simpletos em d 0,67 e 0,99 correspondentes aos hidrogênios metílicos em carbono não hidrogenado (H-18 e H-19); um multipletos em d 3,51 atribuído ao hidrogênio oximetílico em C-3 e um duplo largo em d 5,34 ( $J=2,6$  e  $5,1$  Hz) de hidrogênio olefínico ligado a C-6. Observou-se ainda dois duplos dupletos de menor intensidade em d 5,0 e 5,13 ( $J=8,6$  e  $15,1$  Hz) que sugeriram tratar-se dos hidrogênios olefínicos H-22 e H-23, respectivamente, da cadeia lateral do composto **10**, indicando uma mistura (FERREIRA et al., 2014).

O espectro de RMN de <sup>13</sup>C (Tabela 1) apresentou 28 sinais mais intensos, dos quais o sinal em d 71,9 foi atribuído ao carbono oximetílico C-3 e os sinais em d 140,9 e 121,8 são referentes aos carbonos olefínicos C-5 e C-6, respectivamente. Dois sinais de menor intensidade em d 138,4 (C-22) e 129,4 (C-23), referente a carbonos olefínicos confirmaram a presença do composto **10** na mistura (FERREIRA et al., 2014). Estes dados permitiram identificar a mistura dos esteroides sitosterol (**9**) e estigmasterol (**10**).

Os compostos **9** e **10** são esteroides comumente isolados de plantas, já identificados em outras espécies do gênero *Luehea* (CALIXTO JUNIOR et al., 2016) e apresentam atividades tais como antidiabética, anti-inflamatória, estrogênica e anticâncer (RAMU et al., 2016; SRIRAMAN et al., 2015).

C	1	2	3	4	5	6	7*	8*	9	10
1	22,4	39,7	38,8	40,1	40,1	38,9	38,2	38,4	37,4	37,4
2	41,4	34,2	27,5	34,3	34,4	27,5	23,4	23,4	31,8	31,8
3	213,3	218,6	79,1	218,3	79,1	79,1	81,0	81,0	71,9	71,9
4	58,4	48,0	38,8	47,5	47,7	38,8	39,4	37,8	42,4	42,4
5	42,9	55,0	55,3	55,0	55,3	55,4	55,4	55,4	140,9	140,9
6	41,4	19,9	18,5	19,9	19,9	18,5	18,3	18,3	121,8	121,8
7	18,4	33,7	34,2	32,9	33,6	34,2	32,9	32,9	32,0	32,0
8	53,2	40,9	40,9	41,9	41,8	40,9	41,7	41,7	32,0	32,0
9	37,6	49,9	50,6	50,3	50,6	50,9	47,6	47,6	50,2	50,2
10	59,6	37,0	37,3	37,0	37,3	37,3	37,1	37,0	36,6	36,6
11	35,8	21,4	21,0	22,1	22,0	21,5	23,4	23,4	21,2	21,2
12	30,7	25,2	25,2	24,2	24,1	26,3	122,7	125,9	39,9	39,9
13	39,8	38,3	38,2	49,6	49,5	39,3	143,7	138,1	42,4	42,4
14	38,4	42,9	42,9	42,3	42,1	41,8	42,0	42,0	56,9	56,9
15	32,6	27,6	27,5	32,2	32,0	26,5	28,1	28,1	24,3	24,3
16	36,2	35,7	35,7	19,9	19,9	38,2	23,4	24,2	28,3	28,9
17	30,1	43,0	43,1	139,8	140,0	34,5	46,7	48,0	56,2	56,0
18	42,9	48,3	48,1	50,3	49,9	48,8	41,1	52,7	12,0	12,0
19	35,5	48,0	47,8	42,2	41,8	39,5	45,9	39,2	19,5	19,5
20	28,3	151,0	151,1	27,6	27,6	154,7	30,8	39,0	36,3	40,7
21	32,9	29,8	29,9	136,4	136,2	25,8	33,9	30,7	18,9	21,2
22	39,4	40,1	40,1	26,8	26,5	39,0	32,6	36,9	34,0	138,5
23	7,0	26,5	28,1	26,8	26,8	28,1	28,2	28,2	26,1	129,4
24	14,8	21,1	15,5	21,4	21,4	15,5	15,4	17,2	45,9	51,4
25	18,1	15,9	16,1	16,2	16,3	16,9	15,4	15,5	29,2	32,0

26	20,4	16,1	16,0	16,3	16,4	16,0	16,8	16,8	20,0	21,2
27	18,8	14,6	14,6	15,0	15,0	14,9	26,0	23,7	19,2	19,1
28	32,2	18,0	18,1	19,2	19,3	19,5	183,4	183,4	23,2	25,6
29	35,2	109,5	109,4	22,0	22,0	25,6	33,2	17,3	12,1	12,2
30	31,9	19,2	19,3	21,4	21,4	107,2	23,7	21,5	-	-
31	-	-	-	-	-	-	171,2	171,2	-	-
32	-	-	-	-	-	-	21,3	21,3	-	-

Tabela 1. Dados de RMN  $^{13}\text{C}$  dos compostos **1-10** ( $\text{CDCl}_3$ , 100 MHz; d em ppm; \* $\text{CD}_3\text{OD}$ , 100 MHz; d em ppm;)

No ensaio com o radical DPPH, com exceção da fração hexânica, todas as amostras apresentaram elevado percentual de atividade antioxidante, mantendo-se constante a partir da concentração de  $100 \mu\text{g mL}^{-1}$  (Figura 3).

O extrato etanólico e as frações acetato de etila e aquosa das cascas do caule de *L. divaricata* apresentaram atividade antioxidante maior do que os controles positivos rutina e BHT (Tabela 2). O extrato etanólico e estas frações foram também mais ativas que o extrato etanólico das folhas desta espécie relatado por Muller (2006), bem como para o extrato etanólico das folhas e casca de *L. paniculata* (CALIXTO JÚNIOR et al., 2015).

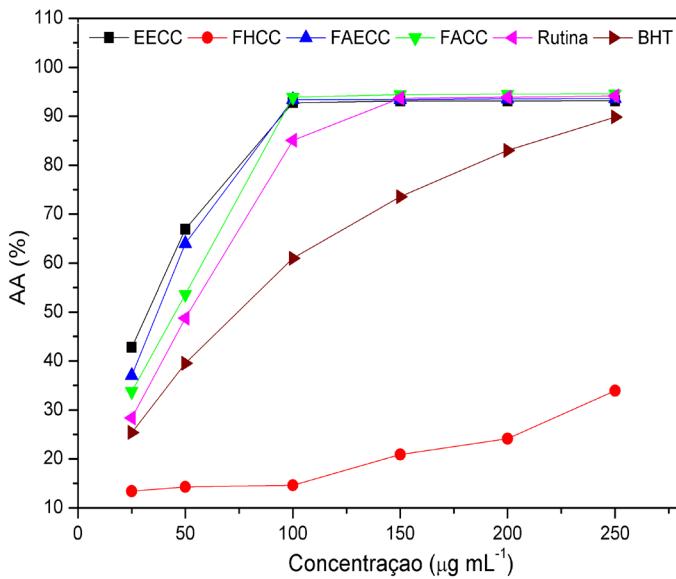


Figura 3. Percentual de atividade antioxidante (AA) do extrato etanólico (EECC) e das frações hexânica (FHCC), acetato de etila (FAECC) e aquosa (FACC) das cascas do caule de *L. divaricata* e dos padrões rutina e BHT.

O extrato etanólico e as frações acetato de etila e aquosa apresentaram altos teores de fenóis totais, sobretudo, o extrato etanólico e mostraram correlação positiva com a atividade antioxidante nos ensaios com o radical DPPH (Tabela 2). Os teores de fenóis totais determinados mostraram-se superiores aos relatados para

os extratos etanólico das folhas e das cascas da espécie *L. paniculata* relatados por Calixto Júnior et al. (2015).

A fração aquosa exibiu o maior teor de flavonoides totais dentre as amostras testadas. Os resultados obtidos sugerem que a partição do extrato etanólico distribuiu os compostos fenólicos igualmente entre as frações acetato de etila e aquosa, no entanto, os compostos flavonoídicos foram concentrados na fração aquosa.

Amostras	%AA ± DP*	CE <sub>50</sub>	FT	FLAT
		µg mL <sup>-1</sup> ± DP	(mg EAG/g de extrato) ± DP	(mg ER/g de extrato) ± DP
EECC	93,19±0,20	31,65±0,40	801,60±6,80	31,33±0,77
FHCC	33,93±0,96	nt	18,42±1,23	nt
FAECC	93,62±0,95	33,8±1,90	686,10±3,20	40,05±0,05
FACC	94,56±0,40	40,37±0,77	634,64±2,10	91,35±3,28
Rutina	94,14±0,25	47,08±4,65	nt	nt
BHT	89,88±0,83	69,34±5,53	nt	nt

Tabela 2. Teor de fenóis e flavonoides totais e atividade antioxidante (CE<sub>50</sub>) do EECC e das frações das cascas do caule de *L. divaricata*. FT: fenóis totais; EAG: equivalente de ácido gálico; FLAT: flavonoides totais; ER: equivalente de rutina; CE: concentração eficiente; nt: não testado. \* concentração testada 250 µg mL<sup>-1</sup>

## 4 | CONCLUSÃO

O estudo químico da fração hexânica, resultante da partição do extrato etanólico, das cascas do caule de *L. divaricata* resultou no isolamento e identificação de três misturas de triterpenoides pentacíclicos: friedelina (**1**), luponona (**2**), lupeol (**3**), hop-17(21)-en-3-ona (**4**), hop-17(21)-en-3-ol (**5**), taraxasterol (**6**), ácido 3-*O*-acetil-oleanólico (**7**) e ácido 3-*O*-acetil-ursólico (**8**) e dos esteroides sitosterol (**9**) e estigmasterol (**10**). Todos os compostos são inéditos na espécie *L. divaricata* e os compostos **4**, **5**, **7** e **8** estão sendo relatados pela primeira vez no gênero *Luehea*.

O extrato etanólico e as frações acetato de etila e aquosa apresentaram elevado potencial antioxidante, mostrando-se superior aos controles rutina e BHT. Estas amostras exibiram altos teores de fenóis totais, principalmente o extrato etanólico. O maior teor de flavonoides totais foi observado na fração aquosa. Os resultados obtidos contribuem para o conhecimento da composição química e do potencial antioxidante da espécie *L. divaricata*.

## 5 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES, CNPq e INCTBioNat (465637/2014-0) pelo apoio financeiro e pelas bolsas de L. F. Santos, L. R. dos Santos, R. P. de Sousa e M. H. Chaves (302470/2018-2).

## REFERÊNCIAS

- AHN, E. K.; OH, J. S. Lupenone isolated from *Adenophora triphylla* var. *japonica* extract inhibits adipogenic differentiation through the downregulation of PPAR $\gamma$  in 3T3-L1 Cells. **Phytotherapy Research**, v. 27, p. 761-766, 2013.
- ALICE, C. B. et al. Screening of plants used in south Brazilian folk medicine. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 35, p. 165-171, 1991.
- ARAÚJO, D. S.; CHAVES, M. H. Triterpenóides pentacíclicos das folhas de *Terminalia brasiliensis*. **Química Nova**, v. 28, n. 6, p. 996-999, 2005.
- BADAMI, S. et al. In vitro cytotoxic properties of *Grewia tiliaefolia* bark and lupeol. **Indian Journal of Pharmacology**, v. 35, p. 250-251, 2003.
- BATISTA, E. K. F. et al. Atividades antinociceptiva e antiinflamatória do extrato etanólico de *Luehea divaricata*. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 18, n. 2, p. 433-441, 2016.
- CALIXTO JUNIOR, J. T. et al. Phytochemical analysis and modulation of antibiotic activity by *Luehea paniculata* Mart. & Zucc. (Malvaceae) in multiresistant clinical isolates of *Candida* spp. **BioMed Research International**, v. 2015, p. 1-10, 2015.
- CHAVES, M. H. Análise de extratos de plantas por CCD: uma metodologia aplicada à disciplina “Química Orgânica”. **Química Nova**, v. 20, n. 5, 1997.
- DURAIPANDIYAN, V. et al. Hypolipidemic activity of friedelin isolated from *Azima tetracantha* in hyperlipidemic rats. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 187, p. 89- 93, 2016.
- GACHET, M. S. et al. Antiparasitic compounds from *Cupania cinerea* with activities against *Plasmodium falciparum* and *Trypanosoma brucei rhodesiense*. **Journal of Natural Product**, v. 75, p. 559-566, 2011.
- GOSSAN, D. P. A. et al. Antibacterial and cytotoxic triterpenoids from the roots of *Combretum racemosum*. **Fitoterapia**, v. 110, p. 89-95, 2016.
- FERREIRA, E. L. F. et al. Phytochemical investigation and antioxidant activity of extracts of *Lecythis pisonis* Camb. **Journal Medicinal Plant Research**, v. 6, n. 8, p. 353-360, 2014.
- FORZZA, R. C.; et al. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**, Rio de Janeiro. v. 2, 2010.
- JO, Y. et al. Jacaranone and related compounds from the fresh fruits of *Ternstroemia japonica* and their antioxidative activity. **Archives Pharmacal Research**, v. 28, p. 885-888, 2005.
- KIM, E. et al. Simultaneous determination of 3-O-acetyloleanolic acid and oleanolic acid in rat plasma using liquid chromatography coupled to tandem mass spectrometry. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 118, p. 96-100, 2016.
- MAHATO, S. B.; KUNDU, A. P.  $^{13}\text{C}$  spectra of pentacyclic triterpenoids – a compilation and some saliente features. **Phytochemistry**, v. 37, p. 1517-1575, 1994.
- MULLER, J. B. **Avaliação das atividades antimicrobiana, antioxidante e antinociceptiva das folhas da *Luehea divaricata* Martius**. 2006, 100f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

NA, M. et al. Inhibition of protein tyrosine phosphatase 1B by lupeol and lupenone isolated from *Sorbus commixta*. **Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry**, v. 24, p. 1056-1059, 2009.

OLEA, S. G.; ROQUE, N. F. Análise de misturas de triterpenos por RMN de  $^{13}\text{C}$ . **Química Nova**, v. 13, p. 278-281, 1990.

RAMU, R. et al. The effect of a plant extract enriched in stigmasterol and  $\beta$ -sitosterol on glycaemic status and glucose metabolism in alloxan-induced diabetic rats. **Royal Society of Chemistry**, v. 7, p. 3999-4011, 2016.

ROSA, R. L. et al. Anti-inflammatory, analgesic, and immunostimulatory effects of *Luehea divaricata* Mart. & Zucc. (Malvaceae) bark. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 50, p. 599-609, 2014.

SALEEM, M. Lupeol, A Novel Anti-inflammatory and Anti-cancer Dietary Triterpene. **Cancer Letters**, v. 285, p. 109-115, 2009.

SHARMA, K.; ZAFAR, R. Occurrence of taraxerol and taraxasterol in medicinal plants. **Pharmacognosy Reviews**, v. 9, p. 19-23, 2015.

SHEN, C. C. et al. Antimicrobial Activities of Naphthazarins from *Arnebia euchroma*. **Journal of Natural Product**, v. 65, p 1857-1862, 2002.

SOUZA, C. M. M. et al. Fenóis totais e atividade antioxidante em cinco plantas medicinais. **Química Nova**, v. 30, p. 351-355, 2007.

SRIVASTAVA, A. K. et al. Protective effects of lupeol against mancozeb-induced genotoxicity in cultured human lymphocytes. **Phytomedicine**, v. 23, p. 714-724, 2016.

SRIRAMAN, S. et al. Identification of beta-sitosterol and stigmasterol in *Bambusa bambos* (L.) Voss leaf extract using HPLC and its estrogenic effect *in vitro*. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 115, p. 55-61, 2015.

TANAKA, J. C. A. et al. Constituintes químicos de *Luehea divaricata* Mart. (Tiliaceae). **Química Nova**, v. 28, p. 834-837, 2005.

TOLO, F. M. et al. The antiviral activity of compounds isolated from Kenyan *Carissa edulis* (Forssk.) Vahl. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 4, p. 1517-1522, 2010.

WAL, A. et al. Lupeol as a magical drug. **Pharmaceutical and Biological Evaluation**, v. 2, p. 142-151, 2015.

WANG, S. et al. Anti-inflammatory and anti-arthritis effects of taraxasterol on adjuvant-induced arthritis in rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 187, p. 42-48, 2016.

XU, R. et al. On the origins of triterpenoid skeletal diversity. **Phytochemistry**, v. 65, p. 261-291, 2004.

ZACCHINO, S. et al. *In vitro* antifungal evaluation and studies on mode of action of eight selected species from the Argentine flora. **Phytomedicine**, v. 5, p. 389-395, 1998.

## TOCOFEROIS E ISOPRENOIDES DO EXTRATO HEXÂNICO DAS FOLHAS DE *Bauhinia pulchella*

**Adonias Almeida Carvalho**

Instituto Federal do Piauí – IFPI (Campus Piripiri)  
Piripiri – Piauí

Universidade Federal do Piauí – UFPI  
Teresina – Piauí

**Lucivania Rodrigues dos Santos**

Universidade Federal do Piauí– UFPI  
Teresina – Piauí

**Gerardo Magela Vieira Júnior**

Universidade Federal do Piauí– UFPI  
Teresina – Piauí

**Mariana Helena Chaves**

Universidade Federal do Piauí – UFPI  
Teresina – Piauí

estudo fitoquímico, *Bauhinia pulchella*, Fabaceae

### TOCOFEROIS AND ISOPRENOIDS FROM LEAF HEXANIC EXTRACT OF *Bauhinia pulchella*

**ABSTRACT:** The phytochemical study of the hexanic leaf extract of *Bauhinia pulchella* Benth (Fabaceae-Caesalpinoideae) resulted in the isolation and identification of three tocopherols: δ-tocopherol (**1**), γ-tocopherol (**2**) and α-tocopherol (**3**). α-tocopherol (**3**) and caryophyllene oxide (**4**) and a mixture of steroids: cholesterol (**5**), sitosterol (**6**) and stigmasterol (**7**). The structures of these compounds were identified by GC-MS, uni-two-dimensional <sup>1</sup>H and <sup>13</sup>C NMR and by comparison with literature data. This is the first report of isolation of compounds **1-7** in *B. pulchella* species.

**KEYWORDS:** tocopherols, steroids, phytochemical study, *Bauhinia pulchella*, Fabaceae.

### 1 | INTRODUÇÃO

O gênero *Bauhinia* Benth (Fabaceae-Caesalpinoideae) é constituído por cerca de 300 espécies distribuídas nas regiões tropicais do planeta (CECHINEL FILHO,

**RESUMO:** O estudo fitoquímico do extrato hexânico das folhas de *Bauhinia pulchella* Benth (Fabaceae-Caesalpinoideae) resultou no isolamento e identificação de três tocoferóis: δ-tocoferol (**1**), γ-tocoferol (**2**) e α-tocoferol (**3**), uma mistura de α-tocoferol (**3**) e óxido de cariofileno (**4**) e uma mistura de esteroides: colesterol (**5**), sitosterol (**6**) e estigmasterol (**7**). As estruturas destes compostos foram identificadas por CG-EM, RMN de <sup>1</sup>H e <sup>13</sup>C uni e bidimensionais e por comparação com dados da literatura. Este é o primeiro relato de isolamento dos compostos **1-7** na espécie *B. pulchella*.

**PALAVRAS-CHAVE:** tocoferóis, esteroides,

2009). No Brasil, o gênero *Bauhinia* é formado por 60 espécies, 2 subespécies e 6 variedades (VAZ; BORTOLUZZI; SILVA, 2010). Os constituintes químicos isolados de espécies do gênero *Bauhinia* incluem lactonas, triterpenos, esteroides, alcaloides, flavonoides, catequinas, antocianidinas, saponinas e taninos (SASHIDHARA et al., 2012; NOGUEIRA; SABINO, 2012). As atividades antimicrobiana, anti-inflamatória, antioxidante, antiedematogênica, analgésica, antinociceptiva, hipoglicemiante, citotóxica, diurética, anti-hiperalgésica, antiulcerogênica e antimálarica têm sido relatadas em espécies do gênero *Bauhinia* (SILVA; CECHINEL FILHO, 2002; CECHINEL FILHO, 2009).

A espécie *Bauhinia pulchella* Benth, sinonímia *B. goyazensis*, é popularmente denominada de miroró, mororó de boi, mororó da chapada, embira de bode e pata de vaca (VAZ; TOZZI, 2003; QUEIROZ, 2009). Ocorre em regiões do cerrado do Piauí, Bahia, Ceará, Maranhão, Rio Grande do Norte, Tocantins, Rondônia, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (VAZ; TOZZI, 2003). O chá das cascas desta espécie é usado no tratamento de diabetes (AGUIAR; BARROS, 2012). O extrato aquoso das folhas possui potencial antioxidante maior do que o extrato etanólico e apresenta os flavonoides miricitrina, quercitrina e afzelina (CARVALHO et al., 2018).

Tocoferóis e esteroides são amplamente distribuídos em espécies vegetais, inclusive da família Fabaceae (DEWICK, 2009). Tocoferóis ou vitamina E é a designação dada a oito compostos diferentes sintetizados pelos vegetais, divididos em duas classes: os α, β, γ, δ-tocoferóis de cadeia lateral saturada e os α, β, γ, δ-tocotrienóis de lateral insaturada. Estes compostos apresentam elevado potencial antioxidante devido a capacidade de doar hidrogênio fenólico a radicais livres lipídicos e que aumenta conforme a sequência de seus nomes ( $\alpha > \beta > \gamma > \delta$ ). Os tocoferóis têm origem biossintética mista pois são formados a partir do ácido 4-hidroxifenilpirúvico (rota do chiquimato) e difosfato de fitila (rota do fosfato do metil eritritol), conforme mostrado na Figura 1.

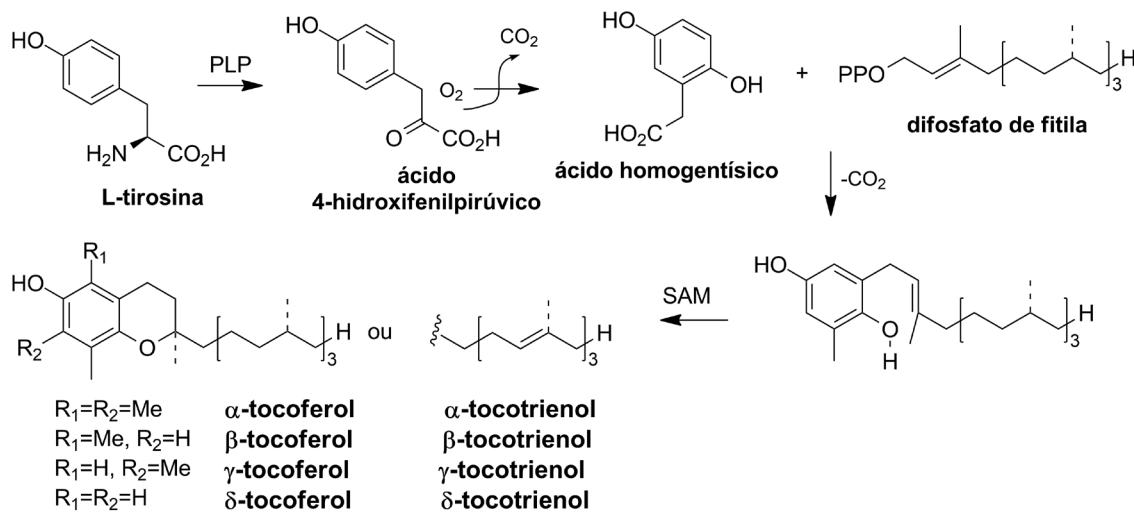


Figura 1. Rota biossintética dos tocoferóis. Adaptado de DEWICK, 2009. PLP: fosfato de piridoxal e SAM: S-adenosilmetionina.

Os esteroides compõem uma classe de produtos naturais amplamente distribuídos. Atuam como constituintes da membrana celular vegetal, reforçando suas estruturas e são intermediários na biossíntese de outros esteroides (EBRAHIMZADEH; NIKNAM; MAASSOUMI, 2001).

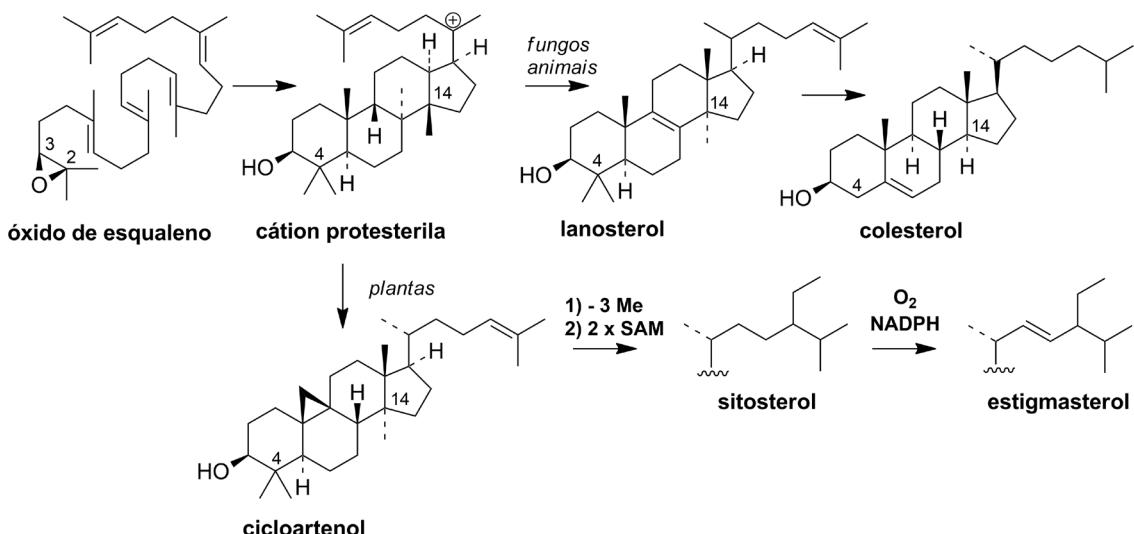


Figura 2. Rota biossintética dos esteroides. Adaptado de DEWICK, 2009.

Os esteroides contêm um sistema de anel tetracíclico e possuem de 27 a 29 carbonos em suas estruturas. São considerados triterpenóides modificados pela perda das metilas em C-4 e C-14 e são biossintetizados a partir da rota do mevalonato (DEWICK, 2009). A biossíntese de esteroides em animais e fungos, bem como, em plantas e algas está ligada a um precursor em comum, o óxido de esqualeno, conforme esquematizado na Figura 2.

Com o intuito de explorar o potencial químico de plantas do cerrado do Piauí e contribuir com o conhecimento quimiotaxonômico do gênero *Bauhinia*, este estudo teve como objetivo realizar o isolamento e identificação de constituintes químicos do extrato hexânico das folhas de *B. pulchella*.

## 2 | METODOLOGIA

As folhas de *B. pulchella* foram coletadas em janeiro de 2012, no município de Jatobá do Piauí - PI ( $S\ 04^{\circ}\ 51'\ 48,6''$  e  $W\ 42^{\circ}\ 04'\ 17''$ , altitude: 90 m). A espécie foi identificada pelo botânico Dr. Luciano Paganucci de Queiroz (Universidade Estadual de Feira de Santana) e uma exsicata encontra-se depositada no Herbário Graziela Barroso da Universidade Federal do Piauí – UFPI, com o número de registro TEPB 17161 e cadastro de acesso SisGen nº AAB530D. O material vegetal foi seco, moído (891 g) e submetido a extração por maceração com hexano por 3 vezes consecutiva. Cada extração permaneceu por 72 horas. O solvente foi removido em evaporador

rotativo à pressão reduzida gerando o extrato hexânico (EHF, 5,7 g, 0,64%).

O EHF de *B. pulchella* quando analisado em cromatografia em camada delgada (CCD) utilizando hexano-acetato de etila (AcOEt) (8:2) e como revelador solução de sulfato cérlico ( $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$ ) apresentou manchas azul, rosa e amarela características de compostos da classe dos esteroides, terpenoides e tocoferóis, respectivamente (CHAVES, 1997). Uma alíquota de 3,0 g foi fracionada em cromatografia em coluna (3,0 x 60 cm) de gel de sílica (100 g), eluída com hexano e AcOEt em gradiente de polaridade crescente fornecendo 60 frações de 80 mL cada. Após remoção do solvente e análise por CCD, as frações foram reunidas em 10 grupos, de acordo com a cor observada nas cromatoplacas e os fatores de retenção.

Os grupos B-4 (4-5, 557,6 mg), B-6 (6, 147,4 mg), B-7 (7-9, 188,2 mg), B-10 (10-17, 604,2 mg) e B-19 (19-26, 264,4 mg) foram submetidos a sucessivos fracionamentos em cromatografia em coluna de Sephadex LH-20 (1,5 x 54 cm), eluídas em hexano-diclorometano (1:4), levando ao isolamento da mistura M1 (3 e 4) e dos compostos **1-3** e M2 (5-7), respectivamente.

As análises por ressonância magnética nuclear de hidrogênio e carbono-13 (RMN de  $^1\text{H}$  e de  $^{13}\text{C}$ ) foram realizadas em espectrômetro Varian INOVA-modelo 400, operando a 400 MHz para o  $^1\text{H}$  e 100 MHz para o  $^{13}\text{C}$ . Foi utilizado  $\text{CDCl}_3$  como solvente e TMS como referência interna.

A mistura M2 foi derivatizada com N,O-bis(trimetilsilil)trifluoroacetamida (BSTFA) de acordo com Prytzyk et al. (2003) adaptado. A uma alíquota de 1,0 mg da mistura M2 foi adicionado 250  $\mu\text{L}$  de piridina tratada e 50  $\mu\text{L}$  de BSTFA. A mistura reacional foi aquecida por 1 hora a 55 °C. Após o término da reação, adicionou-se 1,0 mL de AcOEt e a fase orgânica com os derivados sililados foi analisada em um cromatógrafo GCMS-QP2010 SE, AOC-5000 auto injetor da Shimadzu, coluna SLB-5MS (30 m x 0,25 mm x 0,10  $\mu\text{m}$ ), fase estacionária difenildimetilpolissiloxano (5% de difenil e 95% de dimetilpolissiloxano) e hélio como gás de arraste (1 mL min $^{-1}$ ). O detector de massas operou com ionização por elétrons (EI) 70 eV, modo *scan* no intervalo de *m/z* 50 a 600 Da (Daltons). Para análise foi usada a seguinte programação: temperatura inicial de 71 °C por 2 min, com taxa de aquecimento de 6 °C min $^{-1}$  até 315 °C, mantido por 30 min. As temperaturas do injetor e interface foram 290 °C e 310 °C, respectivamente. A identificação dos constituintes foi realizada por comparação dos espectros de massas obtidos com os registrados na biblioteca do aparelho (Willey229).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O fracionamento cromatográfico do extrato hexânico das folhas de *B. pulchella*, por técnicas convencionais, seguido de análise das frações por RMN de  $^1\text{H}$  e  $^{13}\text{C}$  uni e bidimensionais, CG-EM e comparação com dados relatados na literatura possibilitou identificar sete compostos (Figura 3) três tocoferóis:  $\delta$ -tocoferol (1),  $\gamma$ -tocoferol (2)

e  $\alpha$ -tocoferol (**3**), uma mistura (M1) de  $\alpha$ -tocoferol (**3**) e óxido de cariofileno (**4**) e uma mistura (M2) de esteroides: colesterol (**5**), sitosterol (**6**) e estigmasterol (**7**). Em análise por CCD, revelada com solução de  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$ , a mistura M1 (**3** e **4**) apresentou mancha de coloração rosa, os compostos **1-3** apresentaram manchas de coloração amarela, enquanto que M2 (**5-7**) mostrou uma mancha de coloração azul que muda para rosa com a continuação do aquecimento da cromatoplaca.

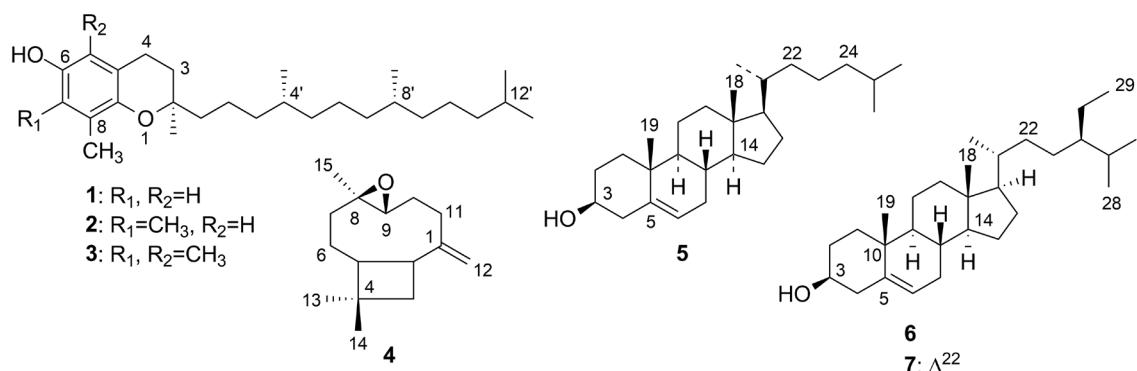


Figura 3. Fórmulas estruturais dos compostos isolados no extrato hexânico das folhas de *B. pulchella*.

Os espectros de RMN de  $^1\text{H}$  para os compostos **1-3** sugeriram um perfil de substância pertencente à classe dos tocoferóis (Tabela 1), exibindo sinais entre  $\delta$  0,85 e 0,88 característicos de hidrogênios dos grupos metílicos da cadeia isoprénica. O composto **1** apresentou dois sinais, sendo um em  $\delta$  2,12 (s, Me-C-8) correspondente a hidrogênio metílico em anel aromático e o segundo em  $\delta$  1,26 (s, Me-C-2) de metila em carbono carbinólico. Adicionalmente mostrou um multiplet em  $\delta$  2,69 referente aos hidrogênios metilênicos *alfa* a anel aromático (H-4) e dois doublets em  $\delta$  6,38 e 6,47 com  $J=2,8$  Hz característico de hidrogênios posicionados *meta* no anel aromático (Tabela 1). O espectro de RMN de  $^{13}\text{C}$  (Tabela 2) apresentou 26 sinais, sendo um deles ( $\delta$  37,6) correspondente a três carbonos. A análise conjunta com os espectros de DEPT 90° e 135° (Tabela 2) permitiu identificar para composto: 6 sinais de carbonos metílicos ( $\text{CH}_3$ ), 10 metilênicos ( $\text{CH}_2$ ), 5 metínicos ( $\text{CH}$ ) e 5 carbonos não hydrogenados (C). O sinal em  $\delta$  75,7 é referente ao carbono carbinólico (C-2) e seis sinais foram atribuídos a carbonos aromáticos  $\delta$  121,5 (C-4a), 112,7 (C-5), 115,8 (C-7), 127,5 (C-8), 147,8 (C-6) e 146,2 (C-8a), sendo os dois mais desblindados de carbonos ligados a oxigênio (COSTA, 2003). Estes dados permitiram atribuir a fórmula molecular  $\text{C}_{27}\text{H}_{46}\text{O}_2$  com equivalente de instauração igual a 5, referente a um anel aromático e um heterocíclico. Esta análise em comparação com os dados relatados por Costa (2003) e Matsuo e Urano (1976) permitiu identificar o  $\delta$ -tocoferol (**1**).

H	$\delta$ -tocoferol (1)	$\gamma$ -tocoferol (2)	$\alpha$ -tocoferol (3)
3		1,72 (m)	1,77 (m)
4	2,68 (m)	2,67 (m)	2,61 (m)
5	6,38 (d, $J = 2,8$ )	6,36 (s)	
7	6,47 (d, $J = 2,8$ )		
1'		1,53 (t)	
Me-C-2	1,26 (s)	1,25 (s)	1,26 (s)
Me-C-4'	0,85 (d)	0,85 (d)	0,84 (d)
Me-C-8'	0,86 (d)	0,86 (d)	0,86 (d)
Me-C-12'	0,88 (d)	0,87 (d)	0,88 (d)
MeC-5	-	-	2,06 (s)
Me-C-7		2,13 (s)	2,16 (s)
Me-C-8	2,12 (s)	2,11 (s)	2,11 (s)

Tabela 1. Dados de RMN de  $^1\text{H}$  (400 MHz,  $\text{CDCl}_3$ ) dos compostos 1-3.

O espectro de RMN de  $^1\text{H}$  do composto **2** (Tabela 1) apresentou três sinais, sendo dois correspondentes a hidrogênios metílicos em anel aromáticos em  $\delta$  2,11 e 2,13 e o terceiro em  $\delta$  1,25 de metila em carbono carbinólico. Adicionalmente mostrou um multiplet em  $\delta$  2,67 referente aos hidrogênios metilênicos *alfa* a anel aromático e, diferentemente do espectro de RMN de  $^1\text{H}$  do  $\delta$ -tocoferol (**1**), só apresentou um sinal de hidrogênio de anel aromático (d 6,36), sugerindo ser de H-5 por comparação com o espectro do composto **1**. O espectro de RMN de  $^{13}\text{C}$  (Tabela 2) apresentou 27 sinais, um a mais que o composto **1**, devido a presença da metila em C-7 (COSTA, 2003). Estes dados permitiram atribuir a fórmula molecular  $\text{C}_{28}\text{H}_{48}\text{O}_2$  com equivalente de instauração igual a 5, referente a um anel aromático e um anel heterocíclico. Esta análise em comparação com os dados relatados por Costa (2003) e Matsuo e Urano (1976) permitiu sugerir como possibilidade as estruturas do  $\gamma$ -tocoferol ou  $\beta$ -tocoferol.

O mapa de contornos gHMBC mostrou, entre outras, as correlações de H-4 ( $\delta$  2,67) com C-5 ( $\delta$  112,3) e de H-5 ( $\delta$  6,36) com C-4 ( $\delta$  22,5), C-6 ( $\delta$  146,4), C-7 ( $\delta$  121,7) e C-8a ( $\delta$  145,9). Esta análise permitiu definir o composto **2** como o  $\gamma$ -tocoferol e não o  $\beta$ -tocoferol.

C	$\delta$ -tocoferol (1)	$\gamma$ -tocoferol (2)	$\alpha$ -tocoferol (3)
2	75,7 (C)	75,6 (C)	74,7(C)
3	31,5 ( $\text{CH}_2$ )	31,6 ( $\text{CH}_2$ )	31,7 ( $\text{CH}_2$ )
4	22,7 ( $\text{CH}_2$ )	22,5 ( $\text{CH}_2$ )	20,9 ( $\text{CH}_2$ )
4 <sup>a</sup>	121,4 (C)	118,5 (C)	117,5 (C)
5	112,7 (CH)	112,3 (CH)	118,6 (C)
6	147,8 (C)	146,4 (C)	144,7 (C)
7	115,7 (CH)	121,7 (C)	121,2 (C)
8	127,5 (C)	125,9 (C)	122,8 (C)
8 <sup>a</sup>	146,2 (C)	145,9 (C)	145,7 (C)

1'	40,1 (CH <sub>2</sub> )	40,2 (CH <sub>2</sub> )	40 (CH <sub>2</sub> )
2'	21,1 (CH <sub>2</sub> )	21,2 (CH <sub>2</sub> )	21,2 (CH <sub>2</sub> )
3'	37,6 (CH <sub>2</sub> )	37,6 (CH <sub>2</sub> )	37,6 (CH <sub>2</sub> )
4'	32,8 (CH)	33 (CH)	33 (CH)
5'	37,6 (CH <sub>2</sub> )	37,6 (CH <sub>2</sub> )	37,6 (CH <sub>2</sub> )
6'	24,6 (CH <sub>2</sub> )	24,6 (CH <sub>2</sub> )	24,6 (CH <sub>2</sub> )
7'	37,4 (CH <sub>2</sub> )	37,4 (CH <sub>2</sub> )	37,4 (CH <sub>2</sub> )
8'	32,9 (CH)	32,8 (CH)	32,9 (CH)
9'	37,6 (CH <sub>2</sub> )	37,6 (CH <sub>2</sub> )	37,6 (CH <sub>2</sub> )
10'	24,9 (CH <sub>2</sub> )	25 (CH <sub>2</sub> )	25 (CH <sub>2</sub> )
11'	39,5 (CH <sub>2</sub> )	39,5 (CH <sub>2</sub> )	39,5 (CH <sub>2</sub> )
12'	28,1 (CH)	28,1 (CH)	28,1 (CH)
13'	22,8 (CH <sub>3</sub> )	22,8 (CH <sub>3</sub> )	22,8 (CH <sub>3</sub> )
Me-C-2	24,2 (CH <sub>3</sub> )	24,2 (CH <sub>3</sub> )	24,0 (CH <sub>3</sub> )
Me-C-4'	19,8 (CH <sub>3</sub> )	19,9 (CH <sub>3</sub> )	19,9 (CH <sub>3</sub> )
Me-C-8'	19,9 (CH <sub>3</sub> )	19,8 (CH <sub>3</sub> )	19,8 (CH <sub>3</sub> )
Me-C-12'	22,9 (CH <sub>3</sub> )	22,9 (CH <sub>3</sub> )	22,9 (CH <sub>3</sub> )
Me-C-5	-	-	11,4 (CH <sub>3</sub> )
Me-C-7	-	12,0 (CH <sub>3</sub> )	12,4 (CH <sub>3</sub> )
Me-C-8	16,2 (CH <sub>3</sub> )	12,1 (CH <sub>3</sub> )	11,9 (CH <sub>3</sub> )

Tabela 2. Dados de RMN de <sup>13</sup>C (100 MHz, CDCl<sub>3</sub>) do composto **1-3**.

O espectro de RMN de <sup>1</sup>H do composto **3** (Tabela 1) apresentou quatro simpletos, sendo três em δ 2,06, 2,11 e 2,16 correspondentes a hidrogênios metílicos em anel aromáticos e o quarto em δ 1,26 de metila em carbono carbinólico. Também apresentou um multiplet em δ 2,61 referente aos hidrogênios metilênicos *alfa* a anel aromático. No entanto, não mostrou sinais na região característica de hidrogênios aromáticos (δ 6-8) indicando um anel totalmente substituído.

O espectro de RMN de <sup>13</sup>C do composto **3** (Tabela 2) apresentou 28 sinais, diferindo do composto **2** pela presença de uma metila adicional em C-5 (COSTA, 2003). Estes dados permitiram atribuir a fórmula molecular C<sub>29</sub>H<sub>50</sub>O<sub>2</sub> com equivalente de instauração igual a 5, referente a um anel aromático e um anel heterocíclico. Esta análise em comparação com os dados relatados por Costa (2003) e Matsuo e Urano (1976) permitiu identificar o α-tocoferol (**3**).

Este é o primeiro relato de isolamento e identificação estrutural por RMN do δ-, γ- e α-tocoferol na espécie *B. pulchella*. Estes três compostos foram identificados, em estudos anteriores, no óleo de semente de *B. purpurea* utilizando CLAE modo analítica (ARAIN et al., 2010; RAMADAN et al., 2006) e apresentam comprovada propriedade antioxidante (DEWICK, 2009). O δ-tocoferol promove a inibição da carcinogênese (CERQUEIRA, MEDEIROS; AUGUSTO, 2007). O γ-tocoferol possui propriedades anti-inflamatória, é mais facilmente absorvido pelo organismo e sua ausência no plasma sanguíneo está associada a incidência de doenças cardiovasculares e câncer de próstata (JIANG et al., 2001). O α-tocoferol apresenta

ação anti-inflamatória e retarda o desenvolvimento da aterosclerose. No entanto, em concentrações elevadas possui atividade pró-oxidante (CERQUEIRA; MEDEIROS; AUGUSTO, 2007).

A análise dos espectros de RMN de  $^1\text{H}$  e  $^{13}\text{C}$  de M1 mostrou que se tratava de uma mistura (**3** e **4**). Após a subtração dos sinais correspondentes ao  $\alpha$ -tocoferol (**3**), verificou-se no espectro de RMN de  $^1\text{H}$  (Tabela 3) a presença de três simpletos em  $\delta$  0,99, 1,01 e 1,21 referentes a grupos metílicos ligados a carbonos não hidrogenados. Os simpletos em  $\delta$  4,86 e 4,98 foram relacionados a hidrogênios geminais de ligação dupla exocíclica. Também foi observado um sinal em  $\delta$  2,88 (H-9, dd,  $J=4,0$  e 12 Hz) atribuído ao hidrogênio ligado a carbono oximetínico de epóxido (SOUZA, 2012). O espectro de RMN de  $^{13}\text{C}$  (Tabela 3) apresentou 15 sinais atribuídos a substância **3**, dos quais três são de carbonos metílicos ( $\text{CH}_3$ ), seis metilênicos ( $\text{CH}_2$ ), três metínicos (CH) e três de carbonos não hidrogenados (C), deduzidos a partir dos espectros de DEPT 90° e 135°. A presença da ligação dupla exocíclica foi confirmada pelos sinais em  $\delta$  152,0 (C-1) e 112,9 (C-11) e a do grupo epóxido pelos sinais em  $\delta$  60,0 (C-8) e 63,9 (C-9). Esta análise permitiu definir uma fórmula molecular igual a  $\text{C}_{15}\text{H}_{24}\text{O}_2$ , com equivalente de instauração igual a 4, destas uma corresponde a uma ligação dupla e as demais foram atribuídas a uma estrutura tricíclica. Estas informações associadas à comparação com dados de RMN de  $^{13}\text{C}$  relatados por Heymann et al. (1994) e Sousa (2012), permitiram identificar o sesquiterpenoide óxido de cariofileno (**4**).

Este é o primeiro relato de isolamento e identificação estrutural por RMN do óxido de cariofileno na espécie *B. pulchella*. Este sesquiterpenoide foi identificado no óleo essencial de *B. pentandra* utilizando CG-EM (DUARTE-ALMEIDA et al., 2004), sendo utilizado como conservante de alimentos, medicamentos, cosméticos e como antifúngico (YANG et al., 1999).

Carbono	Deslocamentos Químicos ( $\delta$ )			
	$\delta_{\text{C}}$ de 4	Mult.	$\delta_{\text{H}}$ de 4	Óxido de cariofileno*
1	152,0	C		151,8
2	48,9	CH		48,7
3	39,9	$\text{CH}_2$		39,8
4	34,2	C		34,1
5	50,9	CH		50,8
6	27,4	$\text{CH}_2$		27,2
7	39,3	$\text{CH}_2$		39,2
8	60,0	C		59,8
9	63,9	CH	2,88 (dd; $J=4,0$ e 12 Hz)	63,7
10	30,3	$\text{CH}_2$		30,3
11	30,0	$\text{CH}_2$		29,8
12	112,9	$\text{CH}_2$	4,98 (s) e 4,86 (s)	112,8
13	21,8	$\text{CH}_3$		21,7
14	30,0	$\text{CH}_3$		29,9
15	17,1	$\text{CH}_3$		17,0

Tabela 3. Dados de RMN de  $^1\text{H}$  e  $^{13}\text{C}$  do composto **4** (400 e 100 MHz, d/ ppm,  $J/\text{Hz}$ ,  $\text{CDCl}_3$ ).\*Dados obtidos em  $\text{CDCl}_3$ , relatados por Heymann et al. (1994)

O espectro de RMN de  $^1\text{H}$  (Tabela 4) da mistura M2 apresentou um perfil característico de esteroides  $\Delta^5$  com dois simpletos em  $\delta$  0,68 e 1,00 correspondentes aos hidrogênios metílicos em carbono não hidrogenado (H-18 e H-19); um multipleto em  $\delta$  3,52 atribuído ao hidrogênio oximetínico em C-3 e um duplo largo em  $\delta$  5,35 ( $J=5,2$  Hz) de hidrogênio olefínico ligado a C-6. Observou-se ainda, dois duplos dupletos de baixa intensidade em  $\delta$  5,02 e 5,12 ( $J=8,5$  e 15 Hz) que sugeriu tratar-se dos hidrogênios olefínicos (H-22 e H-23) da cadeia lateral da substância **7**, indicando uma mistura.

Os espectros de RMN de  $^{13}\text{C}$  e DEPT 90° e 135° (Tabela 4) apresentaram 28 sinais mais intensos, dos quais o sinal em  $\delta$  71,9 foi atribuído ao carbono oximetínico C-3 e os sinais em  $\delta$  140,9 e 121,8 são referentes aos carbonos olefínicos C-5 e C-6, respectivamente. Dois sinais de menor intensidade em  $\delta$  138,4 e 129,4, foram atribuídos aos carbonos olefínicos C-22 e C-23, respectivamente, confirmando a presença da substância **7** na mistura (FERREIRA et al., 2014).

C	Mult.	$\delta$ (ppm)			
		$\delta_c$ de 6	$\delta_H$ 6	$\delta_c$ de 7	$\delta_H$ de 7
1	$\text{CH}_2$	37,4		37,4	
2	$\text{CH}_2$	31,8		31,8	
3	CH	71,9	3,52, m	71,9	3,52, m
4	$\text{CH}_2$	42,5		42,4	
5	C	140,9		140,9	
6	CH	121,9	5,35, dl, $J=5,2$ Hz	121,9	5,35, dl, $J=5,2$ Hz
7	$\text{CH}_2$	32,1		32,1	
8	CH	32,1		31,8	
9	CH	50,3		50,3	
10	C	36,7		36,3	
11	$\text{CH}_2$	21,4		21,2	
12	$\text{CH}_2$	39,9		39,8	
13	C	42,5		42,4	
14	CH	57,0		56,9	
15	$\text{CH}_2$	24,5		24,4	
16	$\text{CH}_2$	28,4		29,3	
17	CH	56,2		56,1	
18	$\text{CH}_3$	12,1	0,68, s	12,0	0,68, s
19	$\text{CH}_3$	19,5	1,00, s	19,2	1,00, s
20	CH	36,3		40,6	
21	$\text{CH}_3$	18,9		21,2	
22	* $\text{CH}/\text{CH}_2$	34,1		138,4	5,02, dd, $J=8,5$ Hz
23	* $\text{CH}/\text{CH}_2$	26,2		129,3	5,12, dd, $J=15$ Hz
24	CH	46		51,4	
25	CH	29,3		31,8	

26	$\text{CH}_3$	20	21,4
27	$\text{CH}_3$	19,5	19,2
28	$\text{CH}_2$	23,2	25,6
29	$\text{CH}_2$	12,2	12,4

Tabela 4. Dados de RMN de  $^{13}\text{C}$  (100 MHz,  $\text{CDCl}_3$ ) de **6** e **7**. \*composto **6**:  $\text{CH}_2$ , composto **7**:  $\text{CH}$ .

A comparação dos dados de RMN obtidos com os relatados por Ferreira et al. (2014) permitiu identificar a mistura dos esteroides sitosterol (**6**) e estigmasterol (**7**).

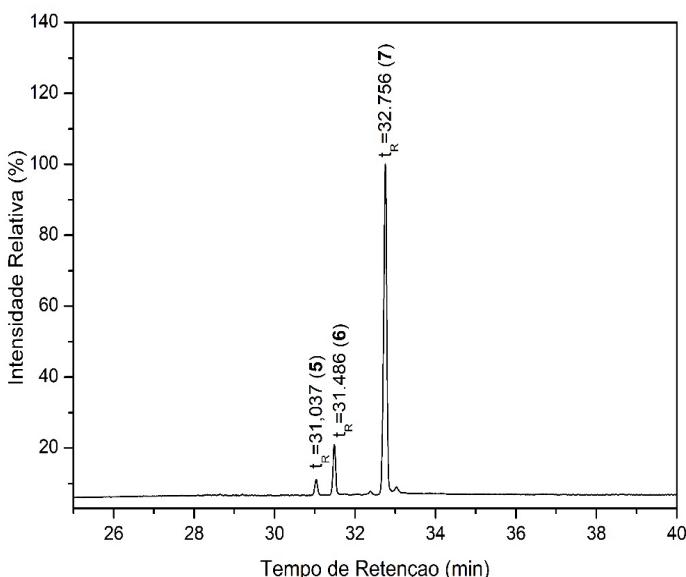


Figura 5. Cromatograma de íons totais da mistura M2.

O cromatograma de íons totais da análise por CG-EM de M2 após sililação (Figura 4) mostrou 3 bandas. Os tempos de retenção, área integrada, índice de similaridade e o  $m/z$  do pico do íon molecular para os compostos identificados são apresentados na Tabela 5. A comparação do espectro de massas correspondente a cada banda, com os da biblioteca do aparelho sugeriu tratar-se dos derivados sililados dos esteroides colesterol (**5**), sitosterol (**6**) e estigmasterol (**7**). Embora a presença de colesterol em plantas seja rara, pois é geralmente encontrado em animais e fungos, há relatos de ocorrência deste esteroide nas cascas do caule de *Cenostigma macrophyllum* (SILVA et al., 2007), cera de carnaúba, *Copernicia prunifera* (ALMEIDA et al., 2017) e em espécies de *Astragalus* (EBRAHIMZADEH; NIKNAM; MAASSOUMI, 2001).

Esteroides	Área (%)	Tempo de retenção (min)	Índice de similaridade (%)	M <sup>+</sup>
ColesterolTMS	2,81	31,037	75	459
SitosterolTMS	10,93	31,486	83	487
EstigmasterolTMS	86,26	32,756	87	485

Tabela 5. Esteroides de M2 (5-7) identificados por CG-EM como derivados silylados.

Os esteroides **5-7** foram relatados em outras espécies de *Bauhinia* (LÓPEZ; SANTOS, 2015; SILVA et al., 2000; VIANA et al., 1999). O sitosterol e estigmasterol possuem atividade anti-inflamatória comprovada, quando associados com outros esteroides apresentam efeito no tratamento da hiperplasia benigna de próstata (CECHINEL FILHO, 2000). De acordo com Ju et al. (2004), o sitosterol apresenta ainda propriedade inibidora do estradiol e anticâncer de pulmão.

## 4 | CONCLUSÃO

O fracionamento cromatográfico do extrato hexânico das folhas de *B. pulchella* (Fabaceae-Caesalpinoideae) resultou no isolamento e identificação do δ-tocoferol (**1**), γ-tocoferol (**2**), α-tocoferol (**3**), do sesquiterpenoide óxido de cariofileno (**4**) e dos esteroides colesterol (**5**), sitosterol (**6**) e estigmasterol (**7**). Os compostos **1-7** estão sendo relatados pela primeira vez na espécie *B. pulchella* e contribuem para o conhecimento da composição química da espécie.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES, CNPq e INCTBioNat (465637/2014-0) pelo apoio financeiro e pelas bolsas de L. R. Santos e M. H. Chaves (302470/2018-2).

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, L. C. G. G.; BARROS, R. F. M. **Plantas medicinais cultivadas em quintais de comunidades rurais no domínio do cerrado piauiense (Município de Demerval Lobão, Piauí, Brasil).** Revista Brasileira de Plantas Medicinais, v.14, n.3, p. 419-434, 2012.
- ALMEIDA, B. C. et al. Dammarane Triterpenoids from Carnauba, *Copernicia prunifera* (Miller) H. E. Moore (Arecaceae), Wax. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 28, n. 8, p. 1371-1376, 2017.
- ARAIN, S. et al. Physiochemical characterization of *Bauhinia purpurea* seed oil and meal for nutritional exploration. **Polish Journal of Food and Nutrition Sciences**, v. 60, n. 4, p. 341-346, 2010.
- CARVALHO, A. A. et al. Phenolic derivatives and antioxidant activity of polar extracts from *Bauhinia pulchella*. **Quimica Nova**, v. 41, n. 4, p. 405-411, 2018.
- CECHINEL FILHO, V. Chemical composition and biological potential of plants from the genus

CECHINEL FILHO, V. Principais avanços e perspectivas na área de produtos naturais ativos: estudos desenvolvidos no NIQFAR/UNIVALI. **Química Nova**, v. 23, n. 5, p. 680-685, 2000.

CERQUEIRA, F. M.; MEDEIROS, M. H. G.; AUGUSTO, O. Antioxidantes dietéticos: controvérsias e perspectivas. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 441-449, 2007.

CHAVES, M. H. Análise de extratos de plantas por CCD: uma metodologia aplicada à disciplina “química orgânica”. **Química Nova**, v. 20, n. 5, p. 560-562, 1997.

COSTA, A. F. Isoprenóides das folhas de *Cenostigma macrophyllum* Tul. Var. *acuminata* Teles Freire (LEGUMINOSAE-CAESALPINIOIDEAE). 2003. 188 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2003.

DEWICK, P. M. **Medicinal Natural Products: a biosynthetic approach**. 3. ed. Wiley, 2009, 539 p.

DUARTE-ALMEIDA, J. M.; NEGRI, G.; SALATINO, A. Volatile oils in leaves of *Bauhinia* (Fabaceae-Caesalpinioideae). **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 32, p. 747-753, 2004.

EBRAHIMZADEH, H.; NIKNAM, V.; MAASSOUMI, A. A. The sterols of *Astragalus* species from Iran: GLC separation and quantification. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 29, n. 4, p. 393-404, 2001.

FERREIRA, E. L. F. et al. Phytochemical investigation and antioxidant activity of extracts of *Lecythis pisonis* Camb. **Journal Medicinal Plant Research**. v. 6, n. 8, p. 353-360, 2014.

HEYMANN, H. et al. Constituents of *Sindora sumatrana* MIQ. I. Isolations and NMR Spectral Analyses of sesquiterpenes from the Dried pods. **Chemical Pharmaceutical Bulletin**, v. 42, n. 1, p. 138-146, 1994.

JIANG, Q. et al. Gamma-tocopherol, the major form of vitamin E in the US diet, deserves more attention. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 74, n. 6, p. 714-722, 2001.

JU, Y. H. et al.  $\beta$ -sitosterol,  $\beta$ -sitosterol glucoside, and a mixture of  $\beta$ -sitosterol and  $\beta$ -sitosterol glucoside modulate the growth of estrogen-responsive breast cancer cells in vitro and in ovariectomized athymic mice. **Phytosterols on Breast Cancer**, v. 134, p. 1145-1151, 2004.

LÓPEZ, R. E. S.; SANTOS, B. C. *Bauhinia forficata* Link (Fabaceae). **Revista Fitoterá**, v. 9, n. 3, p. 161-252, 2015.

MATSUO, M.; URANO, S.  $^{13}\text{C}$  NMR spectra of tocopherols and 2,2-dimethylchromanol. **Tetrahedron**, v. 32, p. 229-231, 1976.

NOGUEIRA, A. C. O.; SABINO, C. V. S. Revisão do gênero *Bauhinia* abordando aspectos científicos das espécies *Bauhinia forficata* Link e *Bauhinia variegata* L. de interesse para a indústria farmacêutica. **Revista Fitoterá**, v. 7, n. 2, p. 77-84, 2012.

PRYTZYK, E. et al. Flavonoids and trypanocidal activity of *Bulgarian propolis*. **Journal of Ethnopharmacol**. n. 88, p. 189-193, 2003.

QUEIROZ, L. P. **Leguminosas da caatinga**. Feira de Santana: Universidade de Feira de Santana, 2009. 913p.

RAMADAN, M. F. et al. Characterisation of fatty acids and bioactive compounds of kachnar (*Bauhinia purpurea* L.) seed oil. **Food Chemistry**, v. 98, p. 359-365, 2006.

SASHIDHARA, K. V. et al. Galactolipids from *Bauhinia racemosa* as a new class of antifilarial agents against human lymphatic filarial parasite, *Brugia malayi*. **European Journal of Medicinal Chemistry**, v. 50, p. 230-235, 2012.

SILVA, K. L. et al. Phytochemical and pharmacognostic investigation of *Bauhinia forficata* Link (Leguminosae). **Zeitschrift für Naturforschung**, v. 55c, p. 478-480, 2000.

SILVA, K. L.; CECHINEL FILHO, V. Plantas do gênero *Bauhinia*: composição química e potencial farmacológico. **Química Nova**, v. 25 n. 3, p. 449-454, 2002.

SILVA, H. R. et al. Constituintes químicos das cascas do caule de *Cenostigma macrophyllum*: ocorrência de colesterol. **Química Nova**, v.30 n.8, p. 1877-188, 2007.

SOUZA, C. M. M. **Estudo químico e potencial farmacológico das cascas do fruto de *Platonia insignis* Mart. (Clusiaceae)**. 2012. 164 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2012.

VAZ, A. M. S. F.; BORTOLUZZI, R. L. C.; SILVA, L. A. E. Checklist of *Bauhinia* in Brazil. **Plant Ecology and Evolution**, v. 143, n. 2, p. 212-221, 2010.

VAZ, A. M. S. F.; TOZZI, A. M. G. A. *Bauhinia* ser. *Cansenia* (Leguminosae: Caesalpinoideae) no Brasil. **Rodriguésia**, v. 54, n. 83, p. 55-143, 2003.

VIANA, E. P. et al. Constituents of the stem bark of *Bauhinia guianensis*. **Fitoterapia**, v. 70, p. 111-112, 1999.

YANG, D. et al. Use of caryophyllene oxide as an antifungal agent in an in vitro experimental model of onychomycosis. **Mycopathologia**, v. 148, n. 2, p. 79-82, 1999.

## DOCAGEM MOLECULAR E SIMULAÇÕES DE DINÂMICA MOLECULAR DE ANALOGOS DE NEOLIGNANAS CONTRA ENZIMA CRUZAÍNA DE *Trypanosoma cruzi*.

**Renato Araújo da Costa**

Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Pará – Parauapebas -Pará

**Sebastião Gomes Silva**

Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-Graduação em Química

Belém – Pará

**Alan Sena Pinheiro**

Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-Graduação em Química

Belém - Pará

**João Augusto da Rocha**

Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-Graduação em Química

Belém - Pará

**Andreia do Socorros Silva da Costa**

Universidade Federal do Pará, UFPA, Belém – Pará

**Gustavo Francesco de Moraes Dias**

Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Pará – Parauapebas -Pará

**Diego Raniere Nunes Lima**

Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Pará – Parauapebas -Pará

**Roberto Pereira de Paiva e Silva Filho**

Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Pará – Parauapebas -Pará

**Davi do Socorro Barros Brasil**

Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-Graduação em Química  
Belém - Pará

**Fábio Alberto de Molfetta**

Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-Graduação em Química

Belém - Pará

**RESUMO:** A doença de Chagas em muitos países da América Latina, é um problema de saúde pública devido à alta taxa de mortalidade. Apenas duas drogas estão clinicamente disponíveis para a quimioterapia da doença de Chagas: benzonidazol e nifurtimox. Ambas são opções para pacientes na fase aguda da doença e apresentam efeitos colaterais. A enzima cruzaína, a principal cisteína protease do *T. cruzi*, do parasito. Este trabalho relata um estudo de docagem molecular e uma simulação de dinâmica molecular de compostos análogos de neolignanas são potencialmente eficazes contra a enzima cruzaína que é considerado um importante alvo para o desenvolvimento de novos fármacos, uma vez que está presente em todo ciclo de vida. De acordo com os resultados dos cálculos de docagem molecular e posterior análise consensual, os melhores compostos pontuados apresentaram interações de hidrogênio com os resíduos do sítio catalítico da enzima. Eles também mostraram estabilidade na simulação da dinâmica molecular, pois as estruturas preservaram interações importantes no sítio ativo da enzima. Os valores do desvio

quadrático médio (RMSD) foram estabilizados no final do tempo de simulação. Tais compostos são considerados promissores como novas terapias contra *T. cruzi*.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cruzaína, Docagem, Dinâmica Molecular e neolignanas.

## MOLECULAR DYNAMICS AND SIMULATIONS OF MOLECULAR DYNAMICS OF NEOLIGNAN ANALOGS AGAINST CRUZAIN ENZYME OF *Trypanosoma cruzi*.

**ABSTRACT:** Chagas disease in many Latin American countries is a public health problem due to the high mortality rate. Only two drugs are clinically available for the chemotherapy of Chagas disease: benzonidazole and nifurtimox. Both are options for patients in the acute phase of the disease and have side effects. The enzyme cruzain, the main cysteine protease of *T. cruzi*, of the parasite. This paper reports a molecular docking study and a molecular dynamics simulation of analogous compounds of neolignans are potentially effective against the enzyme cruzain which is considered an important target for the development of new drugs since it is present throughout the life cycle. According to the results of molecular docking calculations and subsequent consensual analysis, the best dotted compounds showed hydrogen interactions with the catalytic site residues of the enzyme. They also showed stability in molecular dynamics simulation, since the structures preserved important interactions in the active site of the enzyme. The mean square deviation (RMSD) values were stabilized at the end of the simulation time. Such compounds are considered promising as novel therapies against *T. cruzi*.

**KEYWORDS:** Cruzain, Docking, Molecular Dynamics and neolignans

## 1 | INTRODUÇÃO

A doença de Chagas é uma doença causada pelo protozoário flagelado *Trypanosoma cruzi* (*T. cruzi*) (CHAGAS, 1909). Esta doença, em muitos países da América Latina, é um problema de saúde pública devido à alta taxa de mortalidade (CHATELAIN, 2017). Atualmente, apenas duas drogas estão clinicamente disponíveis para a quimioterapia da doença de Chagas: benzonidazol e nifurtimox. Ambas são opções para pacientes na fase aguda da doença, porém menos eficazes na fase crônica (MORILLO et al., 2015). Outra razão para se buscar por novos agentes antichagásicos é o fato dos parasitas, através de diferentes mecanismos, desenvolvem resistência às drogas comumente usadas (DIAS et al., 2009).

Com o sequenciamento do genoma do *T. cruzi*, foi possível identificar vários alvos biológicos promissores, sendo a maioria deles de enzimas (MAGALHAES MOREIRA et al., 2014). Entre estas enzimas, destaca-se a cruzaína, a principal cisteína protease tripanossomal, está envolvida nos processos de invasão, diferenciação e proliferação do parasita nas células hospedeiras (MASSARICO SERAFIM et al., 2014). A cruzaína é expressa em todos os estágios do desenvolvimento do parasita

(CAPUTTO et al., 2011), sendo um alvo específico para o desenvolvimento de novos e seletivos agentes antichagásicos (MASSARICO SERAFIM et al., 2014). Esta enzima possui o sítio de interação dividido em quatro subsítios (S1, S1', S2 e S3) que são direcionados para o desenvolvimento de novos inibidores (MCGRATH et al., 1995).

Os produtos naturais são uma fonte potencial de novos fármacos, os quais podem, no futuro, substituir muitos medicamentos atuais que apresentam baixa eficácia e vários efeitos colaterais, dentre esses produtos naturais destacam-se as neolignanas que apresentam uma ampla gama de efeitos biológicos, incluindo atividades tripanossomicidas (ABE et al., 2002; CABRAL et al., 2010; HARTMANN et al., 2017; LUIZE et al., 2006; PELIZZARO-ROCHA et al., 2011).

Um aliado dos produtos naturais para potencializá-lo como um possível fármaco, além de reduzir tempo e custo nos processos experimentais são os métodos computacionais. Dentre esses destacam-se os cálculos de Docagem Molecular e a Simulação de Dinâmica Molecular (DM), onde o primeiro é aplicado em diferentes estágios do processo de descoberta de drogas para prever a estrutura ancorada de um complexo ligante-receptor, bem como para calcular uma energia de ligação que pode ser usada para classificar moléculas diferentes de acordo com sua afinidade por um receptor (OKIMOTO et al., 2009; PINHEIRO et al., 2015) which plays an important role in the replication process of this virus. According to the results of the molecular docking calculations and subsequent consensual analysis, the best scored compounds showed interactions between hydrogen and residues of the catalytic triad as well as interactions with residues that guide ligands to the active site of the enzyme. They also showed stability in the molecular dynamics simulation, as the structures preserved important interactions at the active site of the enzyme. The root mean square deviation (RMSD). Já a simulação de DM tem sido uma importante ferramenta no estudo de macromoléculas biológicas onde o comportamento do sistema é monitorado ao longo do tempo (WERNER et al., 2012).

Este estudo comprehende cálculo de docagem molecular que empregou 20 estruturas análogas de neolignanas sintetizadas por Do Nascimento et al. (2010). Uma análise consensual de diferentes programas de ancoragem foi aplicada aos resultados da docagem. Além disso, uma abordagem combinada de Mecânica Quântica e Mecânica Molecular (QM/MM) foi empregada para um estudo detalhado dos melhores candidatos dos produtos naturais selecionados na análise. Os resultados podem ser utilizados para a seleção de estruturas mais promissoras que possam inibir a enzima cruzaina.

## 2 | MÉTODOLOGIA

### 2.1 Docagem molecular

As estruturas moleculares utilizadas neste estudo foram sintetizadas por Do Nascimento et al. (2010) (Figura 1 e Tabela 1). Elas foram desenhadas e em seguida, cada estrutura foi submetida a uma otimização usando o método DFT/B3LYP/cc-pVDZ no programa Gassian 09 (FRISCH et al., 2016).

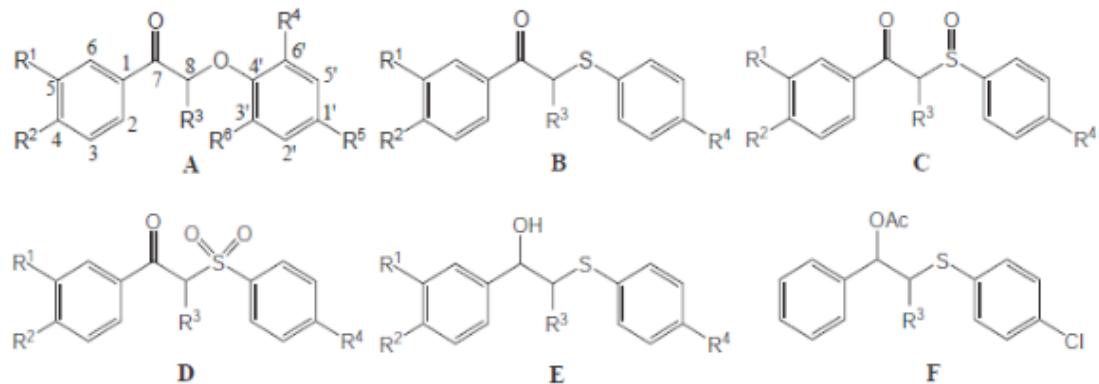


Figura 1: Esqueleto estrutural dos vinte derivados de neolignos.

Moléculas	Tipo	R <sup>1</sup>	R <sup>2</sup>	R <sup>3</sup>	R <sup>4</sup>	R <sup>5</sup>	R <sup>6</sup>
1	A	H	H	H	H	H	H
2	A	H	Cl	H	CH <sub>3</sub> S	H	H
3	A	CH <sub>3</sub> O	CH <sub>3</sub> O	H	H	Cl	H
4	A	CH <sub>3</sub> O	CH <sub>3</sub> O	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub> O	H	CH <sub>3</sub> O
5	A	CH <sub>3</sub> O	CH <sub>3</sub> O	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub> O	propenil	H
6	B	H	H	H	Cl	-	-
7	B	H	Cl	H	Cl	-	-
8	B	H	H	CH <sub>3</sub>	H	-	-
9	B	H	H	CH <sub>3</sub>	NH <sub>2</sub>	-	-
10	B	H	H	CH <sub>3</sub>	Cl	-	-
11	B	CH <sub>3</sub> O	CH <sub>3</sub> O	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	-	-
12	B	CH <sub>3</sub> O	CH <sub>3</sub> O	CH <sub>3</sub>	Cl	-	-
13	C	H	H	H	H	-	-
14	D	H	H	CH <sub>3</sub>	Cl	-	-
15	D	CH <sub>3</sub> O	CH <sub>3</sub> O	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	-	-
16	E	H	H	CH <sub>3</sub>	Cl	-	-
17	E	CH <sub>3</sub> O	CH <sub>3</sub> O	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	-	-
18	E	CH <sub>3</sub> O	CH <sub>3</sub> O	CH <sub>3</sub>	Cl	-	-
19	F	H	H	CH <sub>3</sub>	Cl	-	-
20	A	H	H	H	H	-	-

Tabela 1 Veja a Figura 1 para as posições dos substituintes “R” listados na primeira linha da tabela.

Subsequentemente, para prever conformações bioativas dos ligantes, todos

os vinte ligantes foram ancorados no sítio de ligação da cruzaina utilizando os programas Molegro Virtual Docker 5.5 (THOMSEN; CHRISTENSEN, 2006) e DOCK 6.3 (LANG et al., 2009).

O Molegro Virtual Docker (MVD) contém um algoritmo de busca heurística híbrida, chamado de algoritmo de evolução diferencial guiada, que combina uma técnica de otimização de evolução diferencial (STORN, R. & PRICE, 1997) com um algoritmo de previsão de cavidades. MVD emprega a função de pontuação MolDock derivada do potencial linear por partes (PLP) (GEHLHAAR et al., 1995) e estendida em GEMDOCK (YANG; CHEN, 2004) e incluiu um termo sobre a direcionalidade da ligação de hidrogênio (THOMSEN; CHRISTENSEN, 2006).

Por outro lado, o programa DOCK 6.3 é caracterizado pelo uso de um algoritmo de construção incremental. As funções de pontuação que guiam os ligantes até o alvo são baseadas em uma grade de energia potencial, onde as interações de van der Waals são avaliadas pelos potenciais de Lennard-Jones, e as interações eletrostáticas são avaliadas por meio de funções dielétricas dependentes do tempo (DENG; VERLINDE, 2008; LANG et al., 2009).

No MVD, os hidrogênios foram adicionados aos ligantes, e as estruturas do receptor e as cargas atômicas foram atribuídas pelo módulo padrão de preparação automatizada do programa. Os cálculos de docagem foram efetuados através da função de pontuação MolDock, a cavidade de ligação foi então computada em um espaço de 10 Å a partir do centro x = 2,32, y = 12,32 e z = 5,98. Os valores padrão dos outros parâmetros do programa foram mantidos durante o processo (THOMSEN; CHRISTENSEN, 2006).

No programa DOCK 6.3, primeiramente, os hidrogênios foram adicionados aos ligantes, e as cargas foram calculadas pelo método AM1-BCC (JAKALIAN et al., 2000). Os hidrogênios foram removidos do modelo cristalográfico, e uma caixa de tamanho de 8 Å foi gerada e calculada pelos programas dms, SPHGEN, grid e SHOWBOX (KUNTZ et al., 1982; MENG; SHOICHET; KUNTZ, 1992). Uma margem extra de 6 e 0,3 Å de resolução foi usada. O seu centro foi colocado no ligante, que foi posicionado no centro do sítio ativo da enzima. Depois que as estruturas do receptor e dos ligantes foram preparados, o acoplamento e a subsequente minimização começaram no sítio ativo do alvo.

Os cálculos de acoplamento foram realizados com as coordenadas cristalográficas da enzima cruzaína do *T. cruzi* (código PDB: 1ME3) (HUANG; BRINEN; ELLMAN, 2003) recuperadas do Protein Data Bank (PDB).

Dois programas de docagem com diferentes funções de pontuação, foram usados nesse estudo, com o objetivo de refinar os parâmetros de busca e dessa maneira minimizar a possibilidade de possíveis erros oriundos de uma única função de pontuação. Tal abordagem, chamada análise consensual, melhora a precisão dos resultados e compensa as deficiências encontradas em cada função de pontuação. A análise consensual consiste em combinar os resultados de cada pontuação diferente

e depois classificá-los de acordo com essa combinação; isso fornece uma estimativa mais precisa e representa uma ferramenta importante para estudar as interações intermoleculares de proteína-ligante (PINHEIRO et al., 2015; WIGGERS et al., 2011).

A análise de docagem consensual pode ser realizada utilizando três métodos distintos: escalonamento ranqueado pela soma (scaled-rank-by-number), escalonamento ranqueado pela posição (scaled-rank-by-rank) e escalonamento ranqueado pelo voto (scaled-rank-by-vote) (WIGGERS et al., 2011). Neste estudo foi realizado o método de escalonamento ranqueado pela soma, por ser um método que vem demonstrando as melhores taxas de sucesso na predição de moléculas ativas (PINHEIRO et al., 2015; WIGGERS et al., 2011).

O método escalonamento ranqueado pela soma é realizado escalonando os valores de energia preditos para todos os compostos na docagem molecular com os diferentes programas, através da equação abaixo:

$$X_{\text{escalonado}} = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (1)$$

Onde,  $X_{\text{escalonado}}$  é o valor escalonado,  $X_{\max}$  e  $X_{\min}$  são os valores máximos e mínimos, respectivamente, do conjunto utilizado, sendo que o valor máximo ( $X_{\max}$ ) corresponde ao valor de energia de afinidade mais favorável (valor de energia mais baixo), recebendo o valor  $X_{\text{escalonado}}$  igual a 1, e o valor de energia de afinidade menos favorável (valor de energia mais alto), recebendo o valor  $X_{\text{escalonado}}$  igual a 0. Após, soma-se os respectivos valores escalonados para os compostos em cada programa, obtendo-se assim o ranque final, combinado e na mesma escala, dos compostos melhores pontuados por diferentes funções de pontuação (PINHEIRO et al., 2015).

## 2.2 Dinâmica Molecular

As simulações de DM combinadas com o método híbrido QM/MM têm sido amplamente utilizadas em estudos de interação inibidores/ proteínas e mecanismo catalítico enzimático (CARNEIRO; LAMEIRA; ALVES, 2011; LIMA; LAMEIRA; ALVES, 2012). Neste estudo, as coordenadas iniciais utilizadas para os cálculos da dinâmica molecular de QM / MM foram obtidas da enzima cruzaina recuperada do PDB com o código 1ME3.

Para os cálculos de DM utilizando o método híbrido QM/MM, os sistemas foram preparados de acordo com os procedimentos descritos nas referências De Farias Silva; Lameira; Alves (2011); Lameira et al. (2010); Lima; Lameira; Alves (2012).

Os átomos dos ligantes e os resíduos de aminoácidos Cys25 e His161 (presentes no sitio ativo) foram selecionados para serem tratados por QM, usando o Hamiltoniano semi-empírico AM1 (DEWAR et al., 1985). O resto do sistema, enzima

mais moléculas de água, foram descrito usando os campos de força OPLS-AA (JORGENSEN; MAXWELL; TIRADO-RIVES, 1996) e TIP3P (JORGENSEN et al., 1983). Devido à grande quantidade de graus de liberdade no sistema, para reduzir o tempo de cálculo, todos os resíduos que estavam a uma distância maior do que 20 Å do centro de massa do ligante foram congelados. Distâncias de corte para interações foram adotadas usando o esquema de mudança (*switching scheme*), dentro de um raio médio de 14 a 16 Å. Como o sistema foi pré-balanceado, 3000 ps de dinâmica molecular QM / MM foi realizada para cada um dos dois sistemas, com passos de 0,001 ps (CARNEIRO; LAMEIRA; ALVES, 2011).

Finalmente, a interação de energia por resíduo entre o inibidor e o ambiente enzimático dos complexos foi computada usando QM/ MM, de acordo com o procedimento descrito na referência Lameira et al. (2010).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As vinte estruturas foram submetidas aos cálculos de docagem nos programas MVD e DOCK, em seguida realizada a análise consensual. A Tabela 2 fornece os valores de energia obtidos pelo acoplamento com os programas Dock e MVD, os valores pontuados obtidos pela Eq. (1) e a classificação final obtida pelo método de escalonamento ranqueado pela soma para todos os compostos em ambos os programas.

Nº	Dock score (Kcal.mol <sup>-1</sup> )	MVD score (Kcal.mol <sup>-1</sup> )	Dock score	MVD score	Final Rank
1	-31,791	0,097735	-88,845	0,271952	0,37
2	-38,659	0,582387	-96,374	0,492248	1,07
3	-41,779	0,802555	-111,022	0,920826	1,72
4	-42,405	0,846729	-113,728	1,000000	1,85
5	-43,487	0,923082	-100,485	0,612530	1,54
6	-32,149	0,122998	-97,326	0,520111	0,64
7	-33,687	0,231529	-91,726	0,356243	0,59
8	-32,604	0,155105	-79,550	0,000000	0,16
9	-36,387	0,422059	-87,157	0,222581	0,64
10	-34,721	0,304495	-83,598	0,118427	0,42
11	-43,025	0,890481	-105,049	0,746065	1,64
12	-41,400	0,775810	-107,612	0,821055	1,60
13	-30,406	0,000000	-92,194	0,369959	0,37
14	-38,319	0,558394	-89,233	0,283325	0,84
15	-44,577	1,000000	-113,233	0,985517	1,99
16	-35,448	0,355797	-90,587	0,322917	0,68
17	-44,094	0,965916	-109,146	0,865938	1,83
18	-43,224	0,904523	-108,032	0,833344	1,74
19	-39,180	0,619152	-97,361	0,521138	1,14
20	-32,687	0,160963	-82,481	0,085763	0,25

Tabela 2: Lista dos compostos dos análogos de neolignanas e seus respectivos valores de energias de docagem, preditas pelos programas DOCK e MVD, e do escalonamento adotado na análise consensual

A análise consensual dos cálculos da docagem molecular resultou na seleção de três compostos (15, 4 e 17) com os melhores valores dos ranks finais, 1,99, 1,85 e 1,83 respectivamente (tabela 2).

Em uma etapa seguinte, os três compostos foram submetidos a um critério de seleção levando em consideração o número de ligações de hidrogênio com os resíduos do sítio ativo da enzima. Observou-se que o composto 17 não realizou interações de hidrogênio com os resíduos do sítio ativo da enzima, o que de acordo com estudo de Hubbard; kamran haider (2010) dificulta o processo de reconhecimento molecular e desestabiliza o complexo formado com a enzima. Portanto, o ligante 17 foi eliminado pelos critérios de avaliação acima mencionados.

Os resultados do estudo de docagem molecular sugerem uma boa interação entre os ligantes selecionados e o sítio ativo da enzima. Figura 2 exibe as poses de docagem das neolignanas 4 e 15 selecionadas. Os inibidores 4 e 15 ligam-se nos subsítios S1 e S3, fazendo ligações de hidrogênio com os resíduos Gln19 (3,04 Å), Cys25 (2,71 Å), Gly66 (2,85 Å) e His161(3,08 Å), inibidor 4 e Gln19 (3,02 Å), Cys25 (2,82 Å), Gly66 (2,62 Å) e His161(3,10 Å) inibidor 15. Essas interações são responsáveis pela a estabilização e fixação do inibidor no sítio ativo da cruzaína (KERR et al., 2009, SERAFIM et al., 2017). Os resíduos Cys25 e His161 estão localizados no subsítio S1 e são pertencentes a tríade catalítica da enzima, sendo esses resíduos importantes no mecanismo de ação enzimático (ARAFET; FERRER; MOLINER, 2017). Já o resíduo Gly66 está localizado no subsítio S3 e é responsável pela seletividade da enzima (WIGGERS et al., 2011).

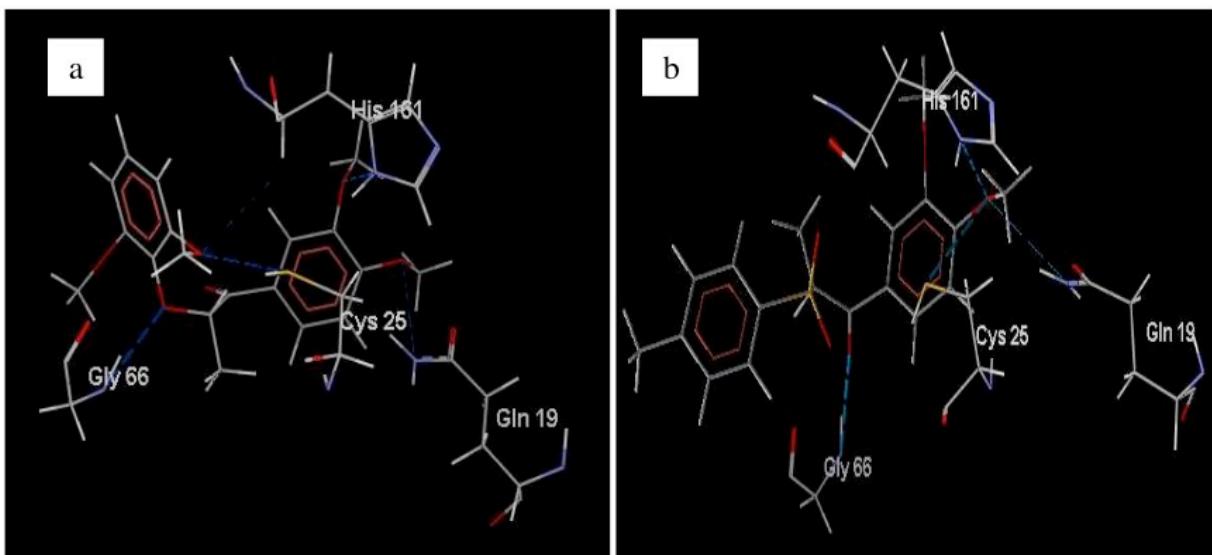


Figura 2: a Resultados de ancoragem do composto 4 com interações de hidrogênio (linhas tracejadas azuis) com os resíduos de aminoácidos Gln19, Cys25, Gly66 e His161. b Resultados de ancoragem do composto 15 com interações de hidrogênio (linhas tracejadas azuis) com os resíduos de aminoácidos Gln19, Cys25, Gly66 e His161.

Através dos cálculos da DM com o método híbrido QM/MM foi gerado um gráfico de RMSD (Figura 3) para um tempo de 3000 ps de simulação, no qual as análises das estruturas foram realizadas sobre os complexos enzima-ligante. Por meio da comparação dos dados de RMSD pode-se observar o comportamento estável do sistema durante o tempo de simulação gerado pela trajetória (SANGACHINI et al., 2012) is a member of the serpin superfamily of protease inhibitors. AAT has a characteristic secondary structure of three- $\beta$ -sheets, nine- $\alpha$ -helices and a reactive central loop (RCL).

O gráfico RMSD dos átomos de carbono- $\alpha$  do sistema mostrou que os dois ligantes apresentaram um comportamento estável no sitio de ligação da enzima cruzaína a partir de 1000 ps de simulação decorridos, apresentando somente suaves flutuações estruturais e permanecendo abaixo do valor de 1,0 Å. Esses dados ilustram a estabilidade de ambas as moléculas no sítio ativo do complexo.

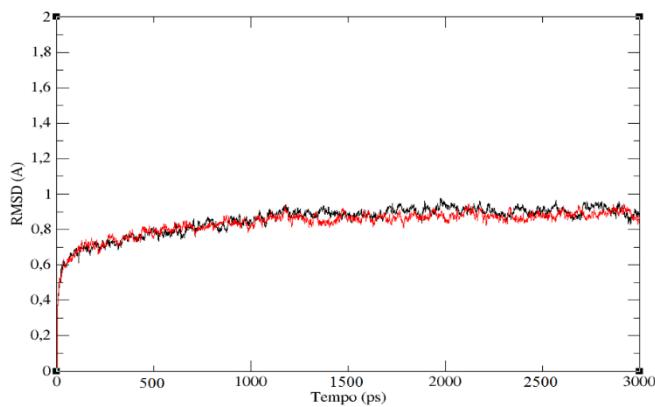


Figura 3: Gráfico RMSD (em Å) versus Tempo (em ps) para o composto 4 (em preto) e 15 (em vermelho).

Com o intuito de verificar a contribuição de cada resíduo nas interações com os inibidores, a trajetória de todos os complexos derivados dos últimos 500 ps de dinâmica molecular foi submetida à análise de decomposição dos resíduos pelos métodos AM1/MM. Os resultados estão ilustrados na Figura 4.

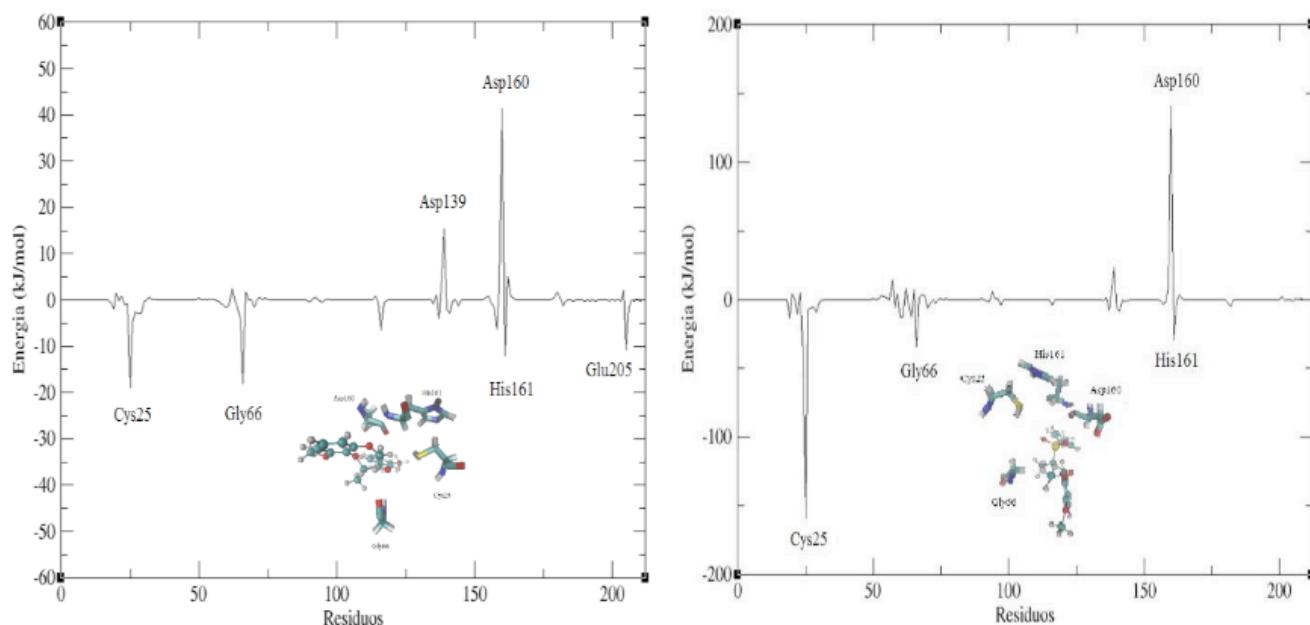


Figura 4: Gráficos de interação por resíduos após o tempo de 500 ps de simulação de DM para os ligantes (A) 4 e (B) 15.

Nesta figura, os valores negativos correspondem aos valores de estabilização, enquanto os valores positivos representam repulsões (LIMA et al., 2012).

Os resultados da análise de decomposição de energia de interação por resíduo para os compostos 4 e 15 mostram que estes ligantes complexados com a enzima interagem de forma atrativa com os resíduos Gly66, Cys25 e His161, presentes no sítio catalítico da cruzaina e responsáveis pela fixação e estabilização no sítio (KERR et al., 2009). Interações de hidrogênio com os resíduos catalíticos foram observadas em nossos resultados de docagem molecular e são predominantemente conservadas com relação às interações observadas por Huang; Brinen; Ellman (2003).

Além disso, verificam-se a contribuição atrativa dos resíduos Cys25 e His161 resíduos esses que participam do mecanismo catalítico da enzima proposto por POWERS et al. (2002) os quais desempenham um papel primordial para a atividade da enzima e, do mesmo modo, estão relacionados com o processo de inibição deste alvo biológico (BRAK et al., 2010).

Com isso, as simulações de dinâmica molecular utilizando os métodos híbrido QM/MM, apresentaram suporte para uma análise mais detalhada do comportamento dos ligantes no sítio de ligação da enzima, além de estar de acordo com os resultados da literatura e com resultados conseguidos através da docagem molecular.

## 4 | CONCLUSÃO

Os cálculos de docagem molecular e a consecutiva análise consensual, permitiram identificar compostos promissores em agir contra a cruzaina. Os dois compostos selecionados apresentaram interações com resíduos chave para os processos de reconhecimento molecular e de inibição deste alvo. Além disso, as

interações de hidrogênio observadas entre os ligantes e os resíduos do sítio ativo corroboraram com resultados existentes na literatura para o modelo cristalográfico da enzima em estudo.

Com as simulações de dinâmica molecular empregando o método híbrido QM/MM foi possível mostrar que os sistemas (ligantes/enzima) apresentaram um comportamento estável, com o tempo de simulação realizado, e a partir dos resultados da contribuição individual de resíduos para a energia de interação foi verificada uma rede de interações bem detalhada que engloba importantes resíduos do sitio ativo da enzima como Gln19, Cys25, Gly66 e His161.

## REFERENCIAS

- ABE, F. et al. Trypanocidal constituents in plants 1. Evaluation of some Mexican plants for their trypanocidal activity and active constituents in Guaco, roots of Aristolochia taliscana. **Biological & pharmaceutical bulletin**, v. 25, n. 9, p. 1188–1191, 2002.
- ARAFET, K.; FERRER, S.; MOLINER, V. Computational Study of the Catalytic Mechanism of the Cruzain Cysteine Protease. **ACS Catalysis**, v. 7, n. 2, p. 1207–1215, 2017.
- BRAK, K. et al. Nonpeptidic tetrafluorophenoxyethyl ketone cruzain inhibitors as promising new leads for chagas disease chemotherapy. **Journal of Medicinal Chemistry**, v. 53, n. 4, p. 1763–1773, 2010.
- CABRAL, M. M. O. et al. Neolignans from plants in northeastern Brazil (Lauraceae) with activity against Trypanosoma cruzi. **Experimental Parasitology**, v. 124, n. 3, p. 319–324, mar. 2010.
- CAPUTTO, M. E. et al. Thiosemicarbazones derived from 1-indanones as new anti-Trypanosoma cruzi agents. **Bioorganic and Medicinal Chemistry**, v. 19, n. 22, p. 6818–6826, 2011.
- CARNEIRO, A. S.; LAMEIRA, J.; ALVES, C. N. A theoretical study of the molecular mechanism of the GAPDH Trypanosoma cruzi enzyme involving iodoacetate inhibitor. **Chemical Physics Letters**, v. 514, n. 4–6, p. 336–340, 2011.
- CHAGAS, C. **Nova tripanozomiae humana: estudos sobre a morfologia e o ciclo evolutivo do Schizotrypanum cruzi n. gen., n. sp., agente etiológico de nova entidade morbida do homem** Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, 1909. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0074-02761909000200008](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0074-02761909000200008)>
- CHATELAIN, E. Chagas disease research and development: Is there light at the end of the tunnel? **Computational and Structural Biotechnology Journal**, v. 15, p. 98–103, 2017.
- DE FARIAS SILVA, N.; LAMEIRA, J.; ALVES, C. N. Computational analysis of aspartic protease plasmeprin II complexed with EH58 inhibitor: A QM/MM MD study. **Journal of Molecular Modeling**, v. 17, n. 10, p. 2631–2638, 2011.
- DENG, W.; VERLINDE, C. L. M. J. Evaluation of Different Virtual Screening Programs for Docking in a Charged Binding Pocket. **Journal of Chemical Information and Modeling**, v. 48, n. 10, p. 2010–2020, 27 out. 2008.
- DEWAR, M. J. S. et al. Development and use of quantum mechanical molecular models. 76. AM1: a new general purpose quantum mechanical molecular model. **Journal of the American Chemical Society**, v. 107, n. 13, p. 3902–3909, 1985.

DIAS, L. C. et al. Quimioterapia da doença de Chagas: estado da arte e perspectivas no desenvolvimento de novos fármacos. **Química Nova**, v. 32, n. 9, p. 2444–2457, 2009.

DO NASCIMENTO, J. P. et al. Synthesis, X-ray crystal structure and theoretical calculations of antileishmanial neolignan analogues. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 21, n. 10, p. 1825–1837, 2010.

FRISCH, M. J. et al. **Gaussian 09, Revision A.02** Wallingford CT, 2016.

GEHLHAAR, D. K. et al. Molecular recognition of the inhibitor AG-1343 by HIV-1 protease: conformationally flexible docking by evolutionary programming. **Chemistry & Biology**, v. 2, n. 5, p. 317–324, maio 1995.

HARTMANN, A. P. et al. Synthesis and 2D-QSAR studies of neolignan-based diaryl-tetrahydrofuran and -furan analogues with remarkable activity against Trypanosoma cruzi and assessment of the trypanothione reductase activity. **European Journal of Medicinal Chemistry**, v. 140, p. 187–199, nov. 2017.

HUANG, L.; BRINEN, L. S.; ELLMAN, J. A. Crystal structures of reversible ketone-Based inhibitors of the cysteine protease cruzain. **Bioorganic and Medicinal Chemistry**, v. 11, n. 1, p. 21–29, 2003.

HUBBARD, R. E.; KAMRAN HAIDER, M. Hydrogen Bonds in Proteins: Role and Strength. In: **Encyclopedia of Life Sciences**. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2010.

JAKALIAN, A. et al. Fast, efficient generation of high-quality atomic charges. AM1-BCC model: I. Method. **Journal of Computational Chemistry**, v. 21, n. 2, p. 132–146, 30 jan. 2000.

JORGENSEN, W. L. et al. Comparison of simple potential functions for simulating liquid water. **The Journal of Chemical Physics**, v. 79, n. 2, p. 926–935, 1983.

JORGENSEN, W. L.; MAXWELL, D. S.; TIRADO-RIVES, J. Development and testing of the OPLS all-atom force field on conformational energetics and properties of organic liquids. **Journal of the American Chemical Society**, v. 118, n. 45, p. 11225–11236, 1996.

KERR, I. D. et al. Vinyl Sulfones as Antiparasitic Agents and a Structural Basis for Drug Design. **Journal of Biological Chemistry**, v. 284, n. 38, p. 25697–25703, 18 set. 2009.

KUNTZ, I. D. et al. A geometric approach to macromolecule-ligand interactions. **Journal of Molecular Biology**, v. 161, n. 2, p. 269–288, out. 1982.

LAMEIRA, J. et al. A Quantum Mechanics/Molecular Mechanics Study of the Protein- Ligand Interaction of Two Potent Inhibitors of Human O-GlcNAcase: PUGNAc and NAG-Thiazoline. **The Journal of Physical Chemistry B**, v. 114, n. 5, p. 2090, 2010.

LANG, P. T. et al. DOCK 6: Combining techniques to model RNA-small molecule complexes. **RNA**, v. 15, n. 6, p. 1219–1230, 1 jun. 2009.

LIMA, A. H. et al. Molecular Modeling of *T. rangeli*, *T. brucei gambiense*, and *T. evansi* Sialidases in Complex with the DANA Inhibitor. **Chemical Biology and Drug Design**, v. 80, n. 1, p. 114–120, 2012.

LIMA, A. H.; LAMEIRA, J.; ALVES, C. N. Protein-ligand interaction of *T. cruzi* trans-sialidase inhibitors: A docking and QM/MM MD study. **Structural Chemistry**, v. 23, n. 1, p. 147–152, 2012.

LUIZE, P. S. et al. Ultrastructural alterations induced by the neolignan dihydrobenzofuranic eupomatenoid-5 on epimastigote and amastigote forms of *Trypanosoma cruzi*. **Parasitology Research**, v. 100, n. 1, p. 31–37, 17 dez. 2006.

MAGALHAES MOREIRA, D. R. et al. Conformational restriction of aryl thiosemicarbazones produces potent and selective anti-Trypanosoma cruzi compounds which induce apoptotic parasite death. **European Journal of Medicinal Chemistry**, v. 75, p. 467–478, 2014.

MASSARICO SERAFIM, R. A. et al. Design, synthesis and biological evaluation of hybrid bioisoster derivatives of N-acylhydrazone and furoxan groups with potential and selective anti-Trypanosoma cruzi activity. **European Journal of Medicinal Chemistry**, v. 82, p. 418–425, 2014.

MCGRATH, M. E. et al. The crystal structure of Cruzain: A therapeutic target for Chagas' disease. **Journal of Molecular Biology**, v. 247, n. 2, p. 251–259, 1995.

MENG, E. C.; SHOICHE, B. K.; KUNTZ, I. D. Automated docking with grid-based energy evaluation. **Journal of Computational Chemistry**, v. 13, n. 4, p. 505–524, maio 1992.

MORILLO, C. A. et al. Randomized Trial of Benznidazole for Chronic Chagas' Cardiomyopathy. **New England Journal of Medicine**, v. 373, n. 14, p. 1295–1306, 2015.

OKIMOTO, N. et al. High-Performance Drug Discovery: Computational Screening by Combining Docking and Molecular Dynamics Simulations. **PLoS Computational Biology**, v. 5, n. 10, p. e1000528, 9 out. 2009.

PELIZZARO-ROCHA, K. J. et al. Trypanocidal action of eupomatenoid-5 is related to mitochondrion dysfunction and oxidative damage in Trypanosoma cruzi. **Microbes and Infection**, v. 13, n. 12–13, p. 1018–1024, 2011.

PINHEIRO, A. S. et al. Virtual Screening and Molecular Dynamics Simulations from a Bank of Molecules of the Amazon Region Against Functional NS3-4A Protease-Helicase Enzyme of Hepatitis C Virus. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v. 176, n. 6, p. 1709–1721, 2015.

POWERS, J. C. et al. Irreversible Inhibitors of Serine, Cysteine, and Threonine Proteases. **Chemical Reviews**, v. 102, n. 12, p. 4639–4750, dez. 2002.

SANGACHINI, E. D. et al. Construction of an engineered alpha 1-antitrypsin with inhibitory activity based on theoretical studies. **Electronic Journal of Biotechnology**, v. 15, n. 2, p. 94–103, 2012.

SERAFIM, R. A. M. et al. Molecular modeling and structure–activity relationships studies of bioisoster hybrids of N-acylhydrazone and furoxan groups on cruzain. **Medicinal Chemistry Research**, v. 26, n. 4, p. 760–769, 2017.

STORN, R. & PRICE, K. No Title. **Journal of Global Optimization**, n. 11, p. 341–359, 1997.

TERAMOTO, R.; FUKUNISHI, H. Supervised consensus scoring for docking and virtual screening. **Journal of Chemical Information and Modeling**, v. 47, n. 2, p. 526–534, 2007.

THOMSEN, R.; CHRISTENSEN, M. H. MolDock: a new technique for high accuracy molecular docking. **J. Med. Chem.**, v. 49, p. 3315–3321, 2006.

WERNER, T. et al. Structural modelling and dynamics of proteins for insights into drug interactions. **Advanced Drug Delivery Reviews**, v. 64, n. 4, p. 323–343, mar. 2012.

WIGGERS, H. J. et al. Integration of ligand- and target-based virtual screening for the discovery of cruzain inhibitors. **Molecular Informatics**, v. 30, n. 6–7, p. 565–578, 2011.

YANG, J. M.; CHEN, C. C. GEMDOCK: A Generic Evolutionary Method for Molecular Docking. **Proteins: Structure, Function and Genetics**, v. 55, n. 2, p. 288–304, 2004.

## ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS MÉTODOS GRAVIMÉTRICO E TURBIDIMÉTRICO PARA A DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE SULFATO EM ÁGUAS INDUSTRIALIS

**Polyana Cristina Nogueira Gomes**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Goiás – IFG  
Uruaçu - Goiás

**Luciano Alves da Silva**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Goiás - IFG  
Itumbiara - Goiás

**Fabiana de Jesus Pereira**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Goiás - IFG  
Uruaçu – Goiás

**Gilmar Aires da Silva**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Goiás – IFG  
Uruaçu – Goiás

**Fernando da Silva Marques**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Goiás – IFG  
Uruaçu - Goiás

e a sustentabilidade das análises. Após a realização dos dois procedimentos, através do teste F, foi observado se os resultados obtidos estão em um intervalo de confiança aceitável, a fim de verificar se há diferença discrepante entre os resultados das duas metodologias. Mostrou-se, também, as vantagens e desvantagens de cada análise. Em síntese, concluiu-se que, o procedimento analítico turbidimétrico é mais viável, em virtude da sua qualidade, eficiência e sustentabilidade, ressaltando que, em ambos procedimentos, determinou-se a concentração de sulfato.

**PALAVRAS-CHAVE:**

Gravimetria,

turbidimetria, qualidade da água.

COMPARATIVE STUDY BETWEEN THE  
GRAVIMETRIC AND TURBIDIMETRIC  
METHODS FOR THE DETERMINATION OF  
THE CONCENTRATION OF SULFATE IN  
INDUSTRIAL WATERS

**ABSTRACT:** The present work aims to relate two analytical methods of quantitative and qualitative chemical analysis: gravimetry and turbidimetry, to determine the sulfate concentration in reuse waters. Through the bibliographic research and quantitative tests it was verified which of the methods is more feasible to be used for determination of this ion,

**RESUMO:** O presente trabalho objetiva relacionar dois métodos de análise química quantitativa e qualitativa: gravimetria e turbidimetria, para determinar a concentração de sulfato em águas de reuso. Por meio de pesquisa bibliográfica e ensaios quantitativos foi verificado qual dos métodos é mais viável a ser empregado para determinação deste íon, considerando a qualidade, o tempo, a segurança

considering the quality, the time, the safety and the sustainability of the analyzes. After the two procedures were performed through the F test, it was observed whether the results obtained are within an acceptable confidence interval, in order to verify if there is a discrepancy between the results of the two methodologies. The advantages and disadvantages of each analysis were also shown. In summary, it was concluded that the turbidimetric analytical procedure is more feasible to use, due to its quality, efficiency and sustainability, emphasizing that in both procedures the sulfate concentration was determined.

**KEYWORDS:** Gravimetry, turbidity, water quality.

## 1 | INTRODUÇÃO

De acordo com Prado (2003), a química é uma ciência importante para o progresso da sociedade, visto que, a partir dela, é possível encontrar soluções para melhorar a qualidade de vida dos seres vivos. Em contrapartida, muitas destas “soluções”, também chamadas de “atividades industriais”, acarretam sérios prejuízos ao meio ambiente e, a fim de minimizar tais danos, pesquisas são desenvolvidas com o intuito de criar estratégias para que tais atividades (produção) gerem menos poluentes ou ainda, que tais resíduos sejam tratados.

No que se refere aos rejeitos industriais, muitas empresas investem no tratamento destes, de modo a reaproveitá-los dentro do próprio processo produtivo. Com isso, o processo fica mais sustentável, pois aquela água (ou qualquer outro resíduo) que estava imprópria para ser utilizada, será tratada e voltará ao uso, como consequência, o impacto ambiental é menor, pois, evita-se extrair água de outras fontes para manter as operações em funcionamento (HESPAÑOL, 2002).

Sendo assim, uma das maneiras mais importante de controlar a qualidade dessa água é através da análise química, que poderá fornecer resultados exatos e satisfatórios, que contribuirão para a tomada de decisões. Ou seja, as análises laboratoriais fornecem subsídios para todo o processo, e por isso é necessário escolher bem a metodologia a ser empregada (RICHTER, 1991).

Em relação aos rejeitos industriais, pode-se destacar o sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) como um dos possíveis contaminantes. Nas águas minerais subterrâneas é bastante comum encontrá-lo, o qual tem origem geológica por meio da dissolução dos solos e da lixiviação das rochas. Geralmente, esse ânion fica depositado nas águas em forma de gipsita ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) e anidrita ( $\text{CaSO}_4$ ), mas também pode estar presente por meio da oxidação da matéria orgânica, utilização de fertilizantes (sulfato de amônio), chuva ácida resultante da presença de óxidos de enxofre, tratamento de águas e rejeitos industriais (BACCAN, 2001).

Existem várias técnicas analíticas utilizadas na determinação da concentração de sulfato em águas, cada uma com suas particularidades, como a gravimetria, turbidimetria, injeção em fluxo, dentre outras. A gravimetria, baseia-se na precipitação,

em contrapartida a turbidimetria se fundamenta na dispersão óptica, e na injeção em fluxo o princípio é a automação do transporte da amostra até no detector, onde a amostra será dispersada, promovendo um sinal transiente ao detector, sendo possível calcular a concentração (MATOS, 2011).

Conforme menciona Skoog (2007), existem, dentre os vários métodos analíticos citados anteriormente, aqueles que são mais viáveis, em virtude da sua eficiência, qualidade e sustentabilidade. Isso leva à reflexão sobre qual método escolher para essa análise em questão, quais são os fatores considerados relevantes, e, referindo-se aos dois métodos analíticos, o que torna um melhor que o outro. Dessa forma, levanta-se a seguinte questão: qual dos métodos, gravimetria ou turbidimetria, é mais viável a ser utilizado numa análise de determinação de sulfato em água, considerando a qualidade da análise, assim como a eficiência e sustentabilidade do processo analítico?

Dessa forma, essa pesquisa qualitativa objetiva realizar um estudo comparativo entre dois métodos analíticos que permitem determinar a concentração do ânion sulfato presente em águas industriais.

A presença, em excesso, de sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), na água potável, pode deixá-la com gosto amargo, provocando algumas disfunções no organismo tais como vômito, diarreia e desidratação. O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) permite que a concentração de sulfato na água potável seja de até 250mg/L, conforme aponta a Portaria nº.1.469 do Ministério da Saúde (GIORDANO, 2004).

Em relação à água industrial, Shreve (1997) menciona que uma concentração alta de sulfato na água pode ocasionar incrustações nas caldeiras e trocadores de calor; corrosão nas tubulações de águas residuais (as bactérias contaminam os tubos e reagem com o oxigênio formando ácido sulfúrico) trazendo grandes prejuízos para a indústria.

No interior das tubulações, trocadores de calor, esgotos, ou em locais onde ocorre o acúmulo da matéria orgânica, as bactérias anaeróbicas reduzem o sulfato a sulfeto, liberando o ácido sulfídrico. Com isso, quando o gás entra em contato com o oxigênio, presente na umidade da parede, por exemplo, forma-se o ácido sulfúrico, que prejudica o concreto formando a incrustação e corrosão. Sendo assim, no interior das tubulações, caldeiras e esgotos, há o íon sulfato e este reduz-se à sulfeto por causa das bactérias anaeróbicas que reagem com o hidrogênio presente no interior desses locais, formando o ácido sulfídrico. Este reage ainda com o oxigênio presente também na umidade interna, originando o ácido sulfúrico que é corrosivo (PAVELI, 2010).

Além da corrosão, o gás sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ) acarreta odor e é uma substância tóxica, prejudicando a saúde e segurança dos funcionários que lidam com as caldeiras. Segundo Telles (2013) a concentração de sulfato pode de fato ocasionar incrustações e corrosões nos equipamentos da indústria. Ele expôs ainda que, em relação às incrustações, elas ocorrem em virtude da formação de sais que

solubilizam pouco, pois a concentração fica acima do limite de solubilidade, como por exemplo o sulfato de cálcio ( $\text{CaSO}_4$ ), interferindo então nos trocadores de calor. Em relação às corrosões, estas ocorrem porque a água com este íon sulfato (e outros como fosfatos, carbonatos) e outros sólidos dissolvidos totais (SDT) aumentam a condutividade elétrica da solução, acelerando então a corrosão, visto também que o oxigênio dissolvido possui um alto potencial de oxidação, conforme ilustra a Figura 01 abaixo:



Figura 1 - Corrosão nas tubulações

Fonte: Aquino (2012)

Sendo assim, é importante fazer um controle analítico (através das análises químicas de laboratório) da concentração do sulfato tanto nas águas potáveis (estações de tratamento) quanto nas industriais, a fim de evitar que cause danos à saúde da população e ao processo produtivo das empresas (RICHTER, 1991).

Vários métodos analíticos vêm sendo utilizados para determinar a concentração dos sulfatos em águas, como por exemplo a gravimetria, a titulação e a turbidimetria. (HARRIS, 2012).

A técnica gravimétrica refere-se ao tratamento químico que a substância ou íon irá passar para transformar-se em um composto mais puro e estável, o qual seja adequado para a pesagem direta ou convertido em uma outra substância que possa ser estratificada facilmente. Dessa forma, o íon da substância original, poderá ser calculado por meio da fórmula do composto e das massas atômicas referentes aos seus elementos (VOGEL, 2002).

De maneira geral, a gravimetria objetiva isolar o analito da mistura onde se encontra. Para tanto, existem várias metodologias gravimétricas tais como a precipitação química, a volatização e a extração, as quais se diferenciam no método, mas possuem um objetivo comum (HARRIS, 2012).

A gravimetria por precipitação química é bastante utilizada nos laboratórios industriais, visto suas vantagens no sentido de ser exequível. O procedimento consiste em adicionar o reagente que permitirá isolar o constituinte na qual pretende calcular a concentração, formando uma substância pouco solúvel. Para isso, é necessário que o reagente seja seletivo de maneira que obtenha-se um precipitado “puro” e que seja de fácil recuperação (BACCAN, 2001).

A turbidimetria é uma técnica analítica que fundamenta-se na detecção óptica das soluções coloidais, ou de partículas pequenas que estão suspensas em solução. Para a realização desta técnica, utiliza-se o equipamento chamado Turbidímetro (SOARES, 2010).

Na análise turbidimétrica para determinação de sulfato, o precipitado que irá se formar ficará suspenso em forma de coloides (suspensão coloidal). A turbidimetria baseia-se na reação do sulfato com o bário, a qual é pouco solúvel em água, conforme mostra a Equação abaixo:



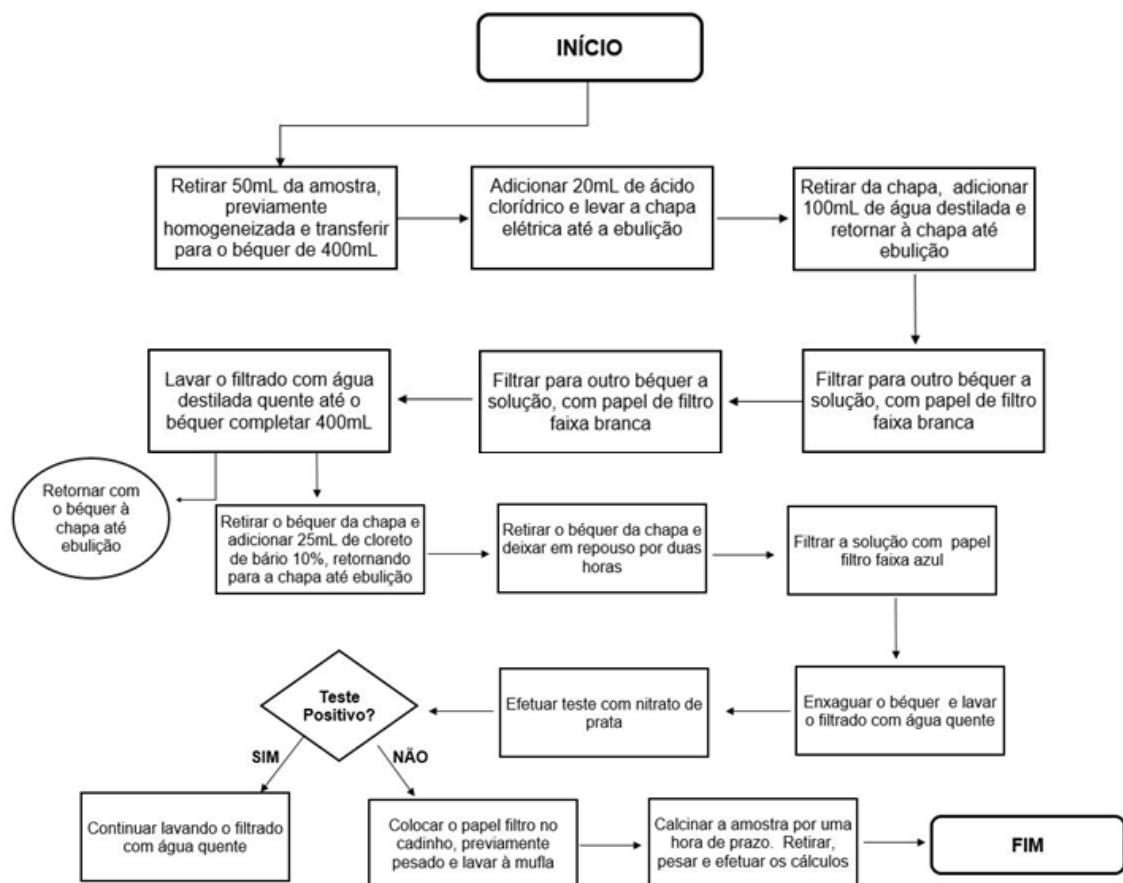
O princípio da turbidimetria, conforme descreve Friguetto (1989) consiste na reflexão das partículas em suspensão, perante a um feixe de luz incidente, em um ângulo de 90° em relação a luz original. Por meio da válvula fotomultiplicadora (alta sensibilidade e energia luminosa), a luz que foi refletida, converte-se em sinal elétrico, o qual é medido através do galvanômetro do instrumento. Como consequência, quanto maior for a concentração de material suspenso na solução, maior será a turbidez, porque houve maior reflexão da luz, ou seja, quanto maior a quantidade de partículas suspensas maior será a luz refletida.

## 2 | METODOLOGIA

A pesquisa desenvolvida tem caráter experimental, apresentando aspectos quantitativos e qualitativos, pois através de experimentos fez-se o estudo comparativo entre os dois métodos de análise para determinação da concentração de íon sulfato.

Para determinar a quantidade de sulfato em águas industriais, baseou-se na literatura de Matos (2011), Graner e Júnior (2013) e Vogel (2002; 1981), onde elaborou-se as etapas a serem seguidas, como por exemplo: preparação da amostra por meio do ataque ácido, precipitação, digestão, filtração, lavagem, aquecimento, pesagem e cálculos. É importante ressaltar que cada processo precisa ser feito com o máximo de cuidado, a fim de minimizar o máximo de erros analíticos. Antes de iniciar a análise, deve-se homogeneizar a amostra que será analisada (nesse caso a amostra de água industrial) para que a alíquota a ser retirada fique representativa, de modo que o resultado da análise seja verdadeiro. O Fluxograma 01 abaixo descreve

a metodologia utilizada para a análise gravimétrica:

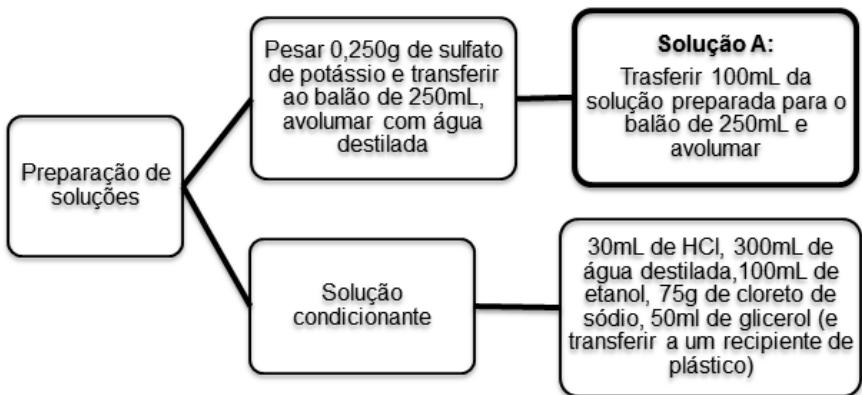


Fluxograma 1 - Procedimento da análise gravimétrica

Fonte Acervo do autor

A metodologia a ser utilizada para determinação via turbidimetria fundamentou-se na literatura de Cristina (2010) e Soares (2010), seguindo várias etapas. É importante assegurar que a amostra esteja homogeneizada (fazendo uma boa coleta e antes de retirar a alíquota necessária à análise, homogeneizar novamente no frasco) e as vidrarias limpas, para que o resultado encontrado seja real.

Para a análise da concentração de sulfato, baseado no princípio da dispersão da luz, é preciso primeiramente preparar as soluções, para em seguida adicioná-las à amostra e, por intermédio do equipamento, fazer a leitura, medindo-se então a concentração pretendida. O Fluxograma 02 ilustra o procedimento seguido:



Fluxograma 2 - Procedimento de preparo de soluções

Fonte Acervo do autor

Inicialmente, deve preparar as soluções padrão de 5,10,15,20,25,30,35 e 40mg/L, no balão volumétrico de 100mL, a partir da solução padrão de sulfato de potássio. Feito isso, adiciona-se 5mL da solução condicionante e realiza as leituras no equipamento. Após o preparo e calibração com os padrões, deve-se colocar 100mL da amostra de água em questão (analito) em um balão volumétrico (100mL) adicionando 5mL da solução condicionante e homogeneizar bastante. Logo após, acrescentar 0,3 g de cloreto de bário e agitar por aproximadamente 1 minuto até o cloreto dissolver. Em seguida, transferir um pouco dessa solução para a cubeta e analisar no turbidímetro. Para a coleta de dados das análises gravimétrica e turbidimétrica será feito a análise cinco vezes com a mesma amostra, elaborando no final, uma tabela com os resultados para visualizar a variação em cada análise. Em seguida, será calculado a média aritmética, desvio padrão e variância para fornecer o resultado exato da concentração de sulfato na água (amostra) perante as possíveis variações.

Feito isso, comparou se as concentrações obtidas nos dois métodos foram próximas, com o intervalo de confiança aceitável, ou se as diferenças entre eles foram muito discrepantes. Observou-se também a questão do tempo gasto em cada análise, assim como o custo dos reagentes e descarte dos mesmos. Dessa forma, em cada análise anotava-se as informações pertinentes à comparação analítica, como o tempo, preço, descarte para ao final elaborar uma tabela fazendo a comparação e constatando qual dos métodos de análise é mais viável para determinar a concentração de sulfato em águas industriais.

### 3 | DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS

Durante a execução da análise constatou-se mediante prévio estudo bibliográfico a importância de cada etapa da análise, seguindo assim o procedimento de maneira

segura e eficiente, garantindo a qualidade. Considerando as reações ocorridas nas análises e buscando boa qualidade nas análises e a segurança do indivíduo, todas as reações ocorrem sob a capela de exaustão. Vale ressaltar ainda que não houve alterações significativas nas características físicas e químicas da amostra: a mesma foi armazenada em temperaturas baixas (geladeira), cujos resultados são apresentados no Quadro 01 a seguir:

Características físico – químicas da água analisada			
Data:	04/05	10/05	06/11
pH	8,66	8,57	8,60
Turbidez	7,2	6,98	7,15

Quadro 1 - Características físico química da amostra

Fonte: Acervo do autor

Sendo assim, a mesma amostra foi utilizada para realizar todos os testes, garantindo assim, confiabilidade nos resultados, pois caso a amostra fosse coletada em dias diferentes, poder-se-ia afirmar que alguma etapa do tratamento (processo industrial), naquele dia específico, não estava eficiente, comprometendo os resultados físico-químicos. Por isso, a amostra foi guardada conforme sugerido por Guedes (1997), o qual afirma que guardando a amostra em temperatura baixa (local refrigerada) os aspectos físico-químicos são mantidos.

### 3.1 Resultado Analítico Gravimétrico

Seguindo a bibliografia, realizou-se o teste gravimétrico para determinar a concentração de sulfato, em ppm. Após a realização do ensaio em quintuplicata, realizou-se a média, desvio padrão e variância dos resultados, expressos no Quadro 02.

Ensaio Gravimétrico		
Média	Desvio Padrão	Variância
487,82 ppm de $\text{SO}_4^{2-}$	5,1623	26,65

Quadro 2 - Resultados da análise gravimétrica

Fonte: Acervo do autor

Dessa forma, determinou-se que a concentração de sulfato em água industrial, utilizando a gravimetria, foi de 487,82 ppm. Com o desvio padrão de 5,1623 pode afirmar-se que a diferença entre os resultados de uma análise e outra são mínimos, podendo realizar a média e afirmar que é a concentração de sulfato é de 487,22ppm

ou mg/L.

### 3.2 Resultado Analítico Turbidimétrico

As análises foram feitas no equipamento turbidímetro e para determinar o valor da leitura da amostra, realizou-se a leitura cinco vezes e obteve a média, lançando-a na equação da reta para assim calcular a concentração de sulfato. Feito isso, determinou-se que a concentração de sulfato é de 486,73 ppm. Seguindo a metodologia, preparou-se oito soluções de concentração de sulfato. Essas amostras foram lidas em quintuplicata, e feito a média dos resultados para construção da curva de calibração. Em seguida, preparou-se a amostra adicionando cloreto de bário e agitando até fazer a leitura no equipamento e assim calcular o sulfato. A Figura 02 a seguir demonstra a amostra após a adição de cloreto de bário:



Figura 2 - Soluções padrões de sulfato

Fonte: Acervo do autor

Percebe-se que a amostra apresenta um aspecto turvo maior que as outras soluções, cujas concentrações são de 40, 5 e 10mg/L, justificando assim o valor de turbidez igual a 1325,68 NTU, que é um valor considerado alto para turbidez.

Para a construção da curva de calibração – padrão, preparou-se oito soluções de concentração de  $\text{SO}_4^{2-}$  e realizou a análise em quintuplicata, a partir desses resultados calculou-se a média para realizar a curva de calibração conforme o gráfico a seguir.

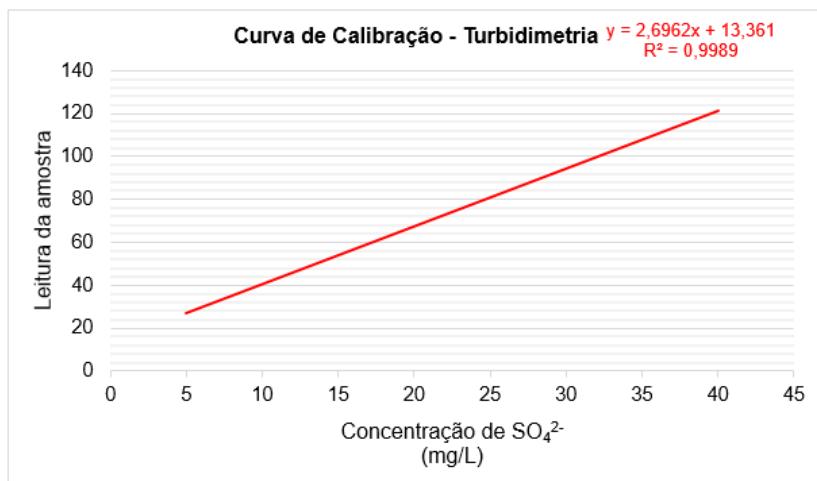


Gráfico 1 - Curva de calibração dos resultados turbidimétricos

Fonte: Acervo do autor

Analisando o Gráfico 01, observa-se que o coeficiente de correlação ( $R^2$ ) tem valor igual a 0,9989, ou seja, próximo a 1, indicando eficiência da curva de calibração pois quanto mais próximo estiver do 1 maior será a precisão dos resultados (CHUI, 2001).

Dessa forma, calculando o valor expresso pela leitura da amostra (1325,68 NTU) na equação da reta, determina-se que a concentração de sulfato é de 486,73ppm.

### 3.3 Relação entre gravimetria e turbidimetria

Comparando os resultados entre a gravimetria e a turbidimetria, estes são próximos, pois a gravimetria determinou 487,822ppm de sulfato e a turbidimetria 486,73ppm. O Quadro 03 a seguir compara os resultados analíticos de ambas técnicas analíticas:

	Gravimetria	Turbidimetria
Média	487,822	486,73
Desvio Padrão	5,6123	2,77
Variância	26,65	7,68

Quadro 3 - Comparação entre resultado gravimétrico e turbidimétrico

Fonte: Acervo do autor

Através da análise do Quadro 06, percebe-se que as diferenças entre as médias foram mínimas, com 0,49 ppm de diferença entre um resultado e outro. A fim de garantir a confiabilidade dos resultados, Baccan (2001) sugere que seja feito o teste estatístico denominado Teste F. Em pesquisas experimentais, quando pretende-se determinar um novo procedimento analítico é necessário realizar esta avaliação estatística (Teste F), objetivando-se identificar se o conjunto de dados analíticos

obtidos apresenta uma diferença discrepante do original, em suma, o teste F irá auxiliar se os resultados turbidimétricos podem ser comparados com os resultados gravimétricos.

Após calcular o desvio padrão e a variância, calculou-se o teste F, cujo resultado foi de 3,48. Comparando os dados pelo teste F, observa-se que o  $F_{cal} < F_{crit.}$  ( $3,48 < 6,26$ ) e, consequentemente, não existe diferença significativa nos valores de desvio padrão comparados ao nível de 95% de confiança. Assim o método da turbidimetria proporciona os mesmos resultados que o método da gravimetria.

Para isso, calcula-se a razão das variâncias dos dois conjuntos de dados, colocando o maior valor no numerador e o menor no denominador. Para analisar o resultado, Baccan (2001) afirma que a tabela de valores críticos para F seja analisada.

Durante a análise gravimétrica o tempo gasto foi de aproximadamente 6 horas, enquanto na turbidimétrica foi de 1,5h. O Quadro 04 a seguir representa os resultados comparativos entre as duas metodologias:

Variáveis	Gravimetria	Turbidimetria
Tempo	6 horas	1,5 hora
Etapas	Aproximadamente 15 etapas	Aproximadamente 5 etapas
Qualidade	Manual	Instrumental
Meio Ambiente	Muitos resíduos	Poucos Resíduos

Quadro 4 - Comparaçāo entre a gravimetria e a turbidimetria

Fonte: Acervo do autor

Pela análise do Quadro 04 é possível ver que a turbidimetria apresenta vantagens de tempo, qualidade, meio ambiente. A qualidade da análise é melhor pois tem menos etapas, com isso a probabilidade de erro é menor, e com o fato de instrumentalizar a análise também diminui a chance de erro analítico humano (a atenção vira-se ao instrumento de maneira a garantir que este esteja funcionando corretamente para que o resultado liberado seja confiável) (CRISTINA, 2010). Sendo assim, em virtude do método turbidimétrico ser mais rápido, ter maior confiabilidade, qualidade e gerar menos resíduos, recomenda-se que o método turbidimétrico seja utilizado na determinação da concentração de sulfato em águas industriais.

No que diz respeito aos resíduos, Graner e Junior (2013) afirmam que os resíduos da análise gravimétrica são: a solução que contém sulfato e ácido clorídrico, a solução de sulfato de bário, nitrato de prata e o próprio resíduo da incineração. Essas soluções podem ser reunidas em um único recipiente, neutralizadas com uma base e descartada. Ou ainda, armazenada em recipientes específicos (seguindo a legislação para descarte de resíduos) para serem recolhidos pela empresa que faz o tratamento de resíduos de laboratório. Quando ao resíduo da incineração (proveniente da queima do sulfato), este pode ser descartado no lixo não reciclável.

Os resíduos turbidimétricos referem-se à solução condicionante, a qual é composta por ácido clorídrico, etanol, cloreto de sódio e glicerol. Pode ser neutralizada com uma base e descartada, ou ainda, aguardar a empresa que recolhe o resíduo para trata-lo.

## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os objetivos desta pesquisa foram alcançados e concluídos, pois, foi possível quantificar o sulfato seguindo ambos procedimentos e realizar a comparação entre eles, chegando a conclusão de que a turbidimetria é mais eficiente e viável. Não houve nenhuma anormalidade em relação as análises, ocorreram conforme as recomendações da literatura. Ambos os procedimentos analíticos em estudo geram resíduos fáceis de serem tratados, o que evidencia-se nesta pesquisa é a proporção que ambas originam. Pelo que foi observado a turbidimetria gera menos resíduo e assim contribui com a sustentabilidade e preservação ambiental, pois se há menos resíduos simples gerados, é menos tratamento e manuseio com substâncias tóxicas e/ou perigosas que direta ou indiretamente afetariam o meio ambiente.

O que recomenda-se, após concluir esta pesquisa, é que a turbidimetria é mais viável de ser utilizada, pois ela possui menor erro analítico, é mais rápida (considerando que hoje em dia, quanto menor o tempo de uma análise melhor porque assim o analista terá mais tempo para realizar outras análises), e seu procedimento é de fácil compreensão e execução.

## REFERÊNCIAS

- AQUINO, Alexandre de. Água para caldeiras: conheça os principais problemas e saiba como tratá-las. **Revista Tae**. São Paulo, 2012.
- BACCAN, Nivaldo et al. **Química Analítica Quantitativa Elementar**. 3. ed. São Paulo: Edgard Blucher LTDA, 2001.
- CRISTINA, Mídian. **Determinação de sulfato em água pelo método nefelométrico**. 2010. 10 f. Relatório apresentado à disciplina de Controle Químico da Qualidade, do curso de Química Industrial - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, 2010. Recife, 2010.
- FRIGUETTO, Sônia Raquel. **Otimização do método turbidimétrico em fluxo contínuo para determinação de sulfato em solos**. 1989. 86 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1989.
- GIORDANO, Gandhi. Tratamento e controle de efluentes industriais. **Revista ABES**, v. 4, n. 76, 2004.
- GRANER, Celso Augusto Fessel; JUNIOR, Roque Tamburini. **Roteiros de aulas práticas: disciplina de química analítica quantitativa**. Botucatu, SP: 2013.
- GUEDES, Antônio Batista; CARVALHO, José Maria Teixeira de. **Operação e Manutenção de ETAs**. João Pessoa: Cagepa Diretoria da Operação, 1997.

HARRIS, Daniel C. **Análise química quantitativa**; tradução e revisão técnica Oswaldo Esteves Barcia, Júlio Carlos Afonso. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

HARRIS, Daniel C. **Explorando a química analítica**; tradução e revisão técnica Júlio Carlos Afonso et al. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

HESPANHOL, Ivanildo. Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, São Paulo v. 7, n. 4, p. 75-95, 2002.

MATOS, Maria Auxiliadora Costa. **Introdução a análise química**. Juiz de Fora, MG, 2011. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/nupis/files/2011/08/aula-1-Introdu%C3%A7%C3%A3o-Quim.-Analitica-QUI-094-2012.2-NUPIS1.pdf>> acesso em 12 dez. 2015.

PAVELI, Roque Passos. **Curso Qualidade das águas e poluição**: aspectos físico-químicos. Aula 7 Ânions de interesse em estudos de controle de qualidade das águas: sulfato, sulfeto, cloreto e cianeto. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2010. Disponível em: <[www.leb.esalq.usp.br/.../Fasciculo%207%20-%20Anions%20em%20Aguas.pdf](http://www.leb.esalq.usp.br/.../Fasciculo%207%20-%20Anions%20em%20Aguas.pdf)>. Acesso: 20 set. 2016.

PRADO, Alexandre GS. Química verde, os desafios da química do novo milênio. **Química Nova**, v. 26, n. 5, p. 738-744, 2003.

RICHTER, C.A.; AZEVEDO NETTO, J.M. **Tratamento de Água: Tecnologia Atualizada**. 9. ed. São Paulo: Edgard Blucher 1991.

SHREVE, Randolph Norris; BRINK JUNIOR, Joseph A. **Indústrias de Processos Químicos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997.

SKOOG, D.A; WEST, D.M; HOLLER, F.J.; CROUCH, S.R. **Fundamentos de Química Analítica**. Tradução de Marco Tadeu Grassi, 8. ed., São Paulo: Thomson, 2007.

SOARES, Beatriz Fortes Vitória; SANTOS, Lara Pires dos. **Determinação do teor de sulfato numa água natural**. 2010. 19 f. Relatório apresentado à disciplina de Técnicas Espectroanalíticas II do Curso Técnico em Análise Química Integrado ao Ensino Médio – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia. Bahia, 2010.

TELLES, Dirceu D'Alkmin; GÓIS, Josué Souza de. **Ciclo ambiental da água: da chuva à gestão**. São Paulo: Blucher, 2013.

VOGEL, Arthur Israel. **Química analítica qualitativa**. Tradução por Antônio Gimeno, 5.ed. São Paulo: Mestre Jou, 1981.

VOGEL, Arthur Israel. **Química analítica qualitativa**. Tradução por Antônio Gimeno, 5.ed. São Paulo: Mestre Jou, 1981.

VOGEL, Arthur Israel. **Análise química quantitativa**. Tradução Júlio Carlos Afonso, Paula Fernandes de Aguiar, Ricardo Bicca de Alencastro. Rio de Janeiro: LTC, 2002.

## ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DAS ÁGUAS DE RECARGA RESULTANTE DO TRATAMENTO DE ESGOTO

### Hellen de Lira e Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Goiás - IFG;  
Uruaçu-GO

### Luciano Alves da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Goiás - IFG  
Itumbiara - Goiás

### Fabiana de Jesus Pereira

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Goiás - IFG  
Uruaçu – Goiás

### Gilmar Aires da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Goiás – IFG  
Uruaçu – Goiás

### Fernando da Silva Marques

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Goiás – IFG  
Uruaçu - Goiás

**RESUMO:** As águas residuais estão associadas ao desenvolvimento sustentável, pois a água de reuso através do tratamento de esgoto contribui para o aumento de água limpa disponível. A água resultante do tratamento de esgoto deve manter padrões de qualidade estabelecidos por resoluções do CONAMA, por tal motivo este trabalho realiza análises físico-químicas, por meio de metodologias experimentais para

determinação da DBO, do pH e da turbidez do efluente final da ETE de um determinado município do estado de Goiás, Brasil. As amostras foram coletadas diretamente do ponto de despojo no rio receptor, nomeado como ponto de efluente final. Por meio destas análises obtém valores comparativos de DBO, pH e turbidez para verificar a conformidade com os padrões estabelecidos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Analises físico químicas; Tratamento de esgoto; Química.

### PHYSICAL-CHEMICAL ANALYSIS OF RECHARGE WATERS RESULTING FROM SEWAGE TREATMENT

**ABSTRACT:** Waste water are associated with sustainable development, because the water for reuse through sewage treatment contributes to the increase of clean water available. The resulting water sewage treatment must maintain standards of quality established by CONAMA resolutions, for this reason this job performs physicochemical analyses, by means of experimental methodologies for determination of BOD, turbidity and pH of the final effluent from the STP of a given city in the State of Goiás, Brazil. The samples were collected directly from the point of spoils in the river receiver, named as final effluent point. By means of these analyses

gets values DBO comparative, pH and turbidity to verify compliance with the established standards.

## 1 | INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como finalidade a prática de metodologias experimentais para análises físico-químicas da água de recarga resultante do tratamento de esgoto de um município do estado de Goiás, tendo como base avaliativa as condições e os padrões estabelecidos pelo CONAMA.

O alcance do objetivo será mediante pesquisas para realização de procedimentos experimentais no laboratório de química do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de Goiás, campus Urucuá, mediante coleta de amostras na ETE, com realização dos procedimentos e obtenção dos resultados.

De acordo com Silva (s/d) os recursos hídricos integram a preocupação do desenvolvimento sustentável e fala-se muito sobre a água de reúso através do tratamento de esgoto, visando às poucas chuvas e a quantidade de água limpa disponível. Pois, a crise hídrica não é somente uma consequência climática, mas também do mau uso e do descarte incoerente.

A água é essencial para o bem-estar do ser humano, um dos elementos indispensáveis à vida, por isso é classificada como vital. Consequentemente, por ser tão indispensável é necessário um padrão de qualidade e classificação das águas, os quais dependem da finalidade de uso.

Júnior (2008) retrata a vulnerabilidade da qualidade da água, considerando dois fatores: os fenômenos naturais e a atuação do homem, sendo afetado pelos fenômenos naturais através de escoamentos superficiais e infiltração no solo, afetado pela atuação humana através de despejos domésticos ou industriais e ou aplicação de defensivos agrícolas no solo. Contudo ambos afetam a qualidade.

Os descartes provenientes de banho, limpeza doméstica, sanitários, entre outros, que apresentam águas com suas características naturais alteradas, formam-se o esgoto, efluentes ou águas residuais. Conforme a ABNT (1997) o uso da água a classifica dentre três tipos: A água da chuva é nomeada como esgoto pluvial, as águas descartadas pelas residências são nomeadas como esgoto doméstico ou sanitário e a água de descarte industrial nomeada como esgoto industrial.

Essa diferenciação define o tipo de sistema para coleta e tratamento. Normalmente o esgoto doméstico a ser tratado, é coletado e transportado por tubulações, redes coletoras, até as estações de tratamento. O tratamento do esgoto é uma fonte que amplia a oferta de água, pois após o tratamento adequado pode ser devolvida ao corpo receptor, ou seja, ao curso de água.

De acordo com Silva (s/d), visando à recuperação e ampliação da oferta de água, a ETE assume um importante papel na sociedade a qual vivemos. A sua importância deve-se a remoção das sujeiras indesejáveis encontradas nas águas

descartadas pelas residências, comércios e ou indústrias em geral.

CAERN (2014), considera como função principal do tratamento de esgoto, remover os sólidos suspensos, como o lixo e a areia; remover os sólidos dissolvidos, como a matéria orgânica, nutrientes e organismos patogênicos que são os principais causadores de doenças resultantes do esgoto.

A análise físico-química da água resultante do tratamento de esgoto foi proposta considerando a importância da qualidade da água de recarga despojada no rio, pois esta deve ser devolvida aos rios de forma limpa, de forma que não altere suas características físicas, químicas e biológicas.

Conforme Brasil (2011), as águas resultantes do tratamento de esgoto, despojadas no corpo receptor, devem estar conforme as características padrões estabelecidas e regulamentada pelo CONAMA, o qual dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes no corpo receptor.

De acordo com Brasil (2011), a Resolução N° 430, de 13 de Maio de 2011, complementa e altera a Resolução N° 357, de 17 de março de 2005. A seção III desta resolução define as condições e padrões para efluentes de sistemas de tratamento de esgotos sanitários. Esta relata condições para o lançamento direto de efluentes oriundos de sistemas de tratamento de esgotos sanitários.

As águas de recarga resultantes do Tratamento de Esgoto de um município do estado de Goiás estão de acordo com as condições e padrões estabelecidos pelo CONAMA? Segue o padrão de qualidade disposto para despojo de efluentes tratados no corpo receptor?

Portanto este projeto se delimita em análises qualitativa e quantitativa da água resultante do tratamento de esgoto, tendo como foco a análise físico-química, entre elas o pH (Potencial Hidrogeniônico), Turbidez e a DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio).

## 2 | METODOLOGIA

O desenvolvimento prático deste projeto segue-se com a coleta da amostra no ponto ‘efluente final’ da estação de tratamento de esgoto em um município do estado de Goiás. Realizadas em 12 de janeiro de 2016 às 13:30h para execução das análises de pH e turbidez, e 04 de maio de 2016 às 13:00h para realizar análise de DBO. O desenvolvimento de todas as metodologias físico-químicas realizou-se no laboratório de química do Instituto Federal de Goiás – Campus Uruaçu.

### 2.1 Procedimento para coleta

Segundo o Instituto Lutz (2007) a coleta deve ser realizada com cautela, para precisão nos resultados obtidos. Por tal motivo, padronizou-se procedimento para coleta da água para análise, visando a não contaminação química da amostra:

Higienização das mãos com água e sabão; Desinfecção das mãos e do ponto de amostragem com álcool etílico a 70%; Os frascos devem ser abertos no momento da coleta e fechados imediatamente; Não se deve tocar as partes internas dos frascos e tampas; evitar poeira e fumos de qualquer natureza durante a coleta; Todos os frascos deverão ser identificados, rotulados com as seguintes informações: o tipo de água, ponto de amostragem, local e data; para a coleta usa-se frascos de polietileno; enxaguando-o 6 vezes com a água a ser analisada.

## 2.2 Procedimento para transporte

De acordo com o Instituto Lutz (2007) as amostras deverão ser acondicionadas em caixas isotérmicas contendo gelo ensacados. O tempo entre o ponto de coleta e o laboratório para análise não deve exceder a 24 horas em caso de análises físico-químicas.

## 2.3 Turbidez

O equipamento Turbidímetro DL350, conforme figura 4 em anexo, deve ser calibrado com os padrões secundários acompanhante do aparelho. As amostras colocadas na cubeta, para determinação da turbidez, deverão ser colocadas até a marca superior existente na mesma, e deverão ser bem limpas e isentas de marcas de dedos, poeiras, etc.

Segundo Delfini (s/d), a calibração é executada usando os padrões secundários acompanhante do aparelho, assim como as 3 cubetas calibradas de vidro com tampa, padrões secundários de 0,1 , 10 , 100 e 1000 UNT, tampa do banco ótico, manual de instruções, entre outros.

### 2.3.1 Procedimento

Realiza-se a calibração do equipamento com as cubetas contendo soluções padrões 0,1 ; 10 ; 100 e 1000 UNT. Antes de colocar a cubeta com a amostra no aparelho, lava-se a cubeta 2 vezes com o efluente final a ser analisado, posteriormente enche-se a cubeta com a amostra até a tampa e agita-se lentamente. Após coloca-la no banco ótico, veda-se com o cone de vedação e aguarda a leitura, realiza-se o procedimento em triplicata.

## 2.4 Determinação do pH da água

Determina-se o pH do efluente final com auxilio do pHmetro MPA 210, conforme figura 3 em anexo, calibrado com as soluções tampões de pH 4,00 e pH 7,00, tendo os devidos cuidados com o eletrodo, devido sua sensibilidade.

### 2.4.1 Procedimento

Realiza-se a aferição do pH da amostra, mede-se a temperatura da água com o auxílio do termômetro, posteriormente lava-se o eletrodo com água destilada, calibra-se o pHmetro com as soluções tampões pH 4,00 e 7,00. Emerge-se o eletrodo na amostra, postas em bêquer previamente lavado e ambientados com a amostra. Anotam-se os valores dos resultados em triplicata para confirmação.

## 2.5 Demanda bioquímica de oxigênio – DBO

Para determinação o oxigênio dissolvido na amostra usa-se o método de Winkler, o qual se desenvolve por meio de titulação com tiosulfato de sódio ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ). Os resultados são expressos em mg/L.

As amostras não devem ficar expostas por longos períodos de tempo ou a altas temperaturas, com o objetivo de evitar que algas, bactérias ou outros organismos alterem o conteúdo de oxigênio dissolvido através de seus metabolismos.

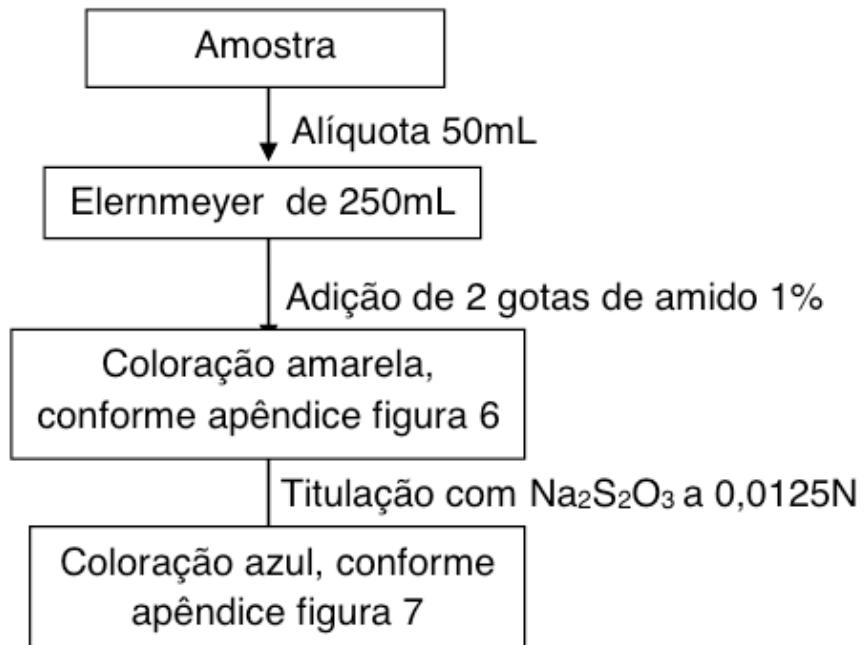
Para evitar perdas de  $\text{O}_2$  durante o transporte da amostra até o laboratório, é necessário fixar o oxigênio no momento da coleta, por meio da reação do oxigênio com íons de manganês ( $\text{Mn}^{2+}$ ) utilizando sulfato de manganês ( $\text{MnSO}_4$ ), junto com uma mistura alcalina de iodeto de potássio (KI).

### 2.5.1 Procedimento

Higieniza-se os frascos antes da coleta. Ambienta-se os frascos com a amostra e coleta-se diretamente na saída do efluente final. Adiciona-se  $250\mu\text{L}$  de sulfato de manganês ( $\text{MnSO}_4$ ) a 50% e  $250\mu\text{L}$  de solução alcalina de iodeto de potássio (KI) para fixação do oxigênio no momento da coleta. Tampa-se bem os frascos para evitar contaminação. Deixe precipitar o floculado que se formar. Após o floculado precipitar, adiciona-se  $500\mu\text{L}$  de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) a 50% para acidificação da amostra.

Determinação do oxigênio dissolvido no 1º dia e após 5 dia de incubação:

Para determinação do OD retira-se uma alíquota de 50mL da amostra, adiciona-o em um erlenmeyer de 250mL. Ambienta-se a bureta de 10mL com solução de tiosulfato de sódio ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) 0,0125N já padronizado com iodeto de potássio ( $\text{KIO}_3$ ), enche-a por completo. Realiza-se a titulação da amostra, conforme fluxograma abaixo



Fluxograma 1. Determinação de OD por meio de titulação com  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

Fonte: Acervo do autor

### 3 | DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS

Para execução das análises físico química no laboratório de química do Instituto Federal de Goiás – campus Uruçu foram realizadas coletas na estação de tratamento de esgoto em 12 janeiro de 2016 para análise de pH e turbidez e em 4 de maio de 2016 para análise de DBO, conforme apêndice figura 5.

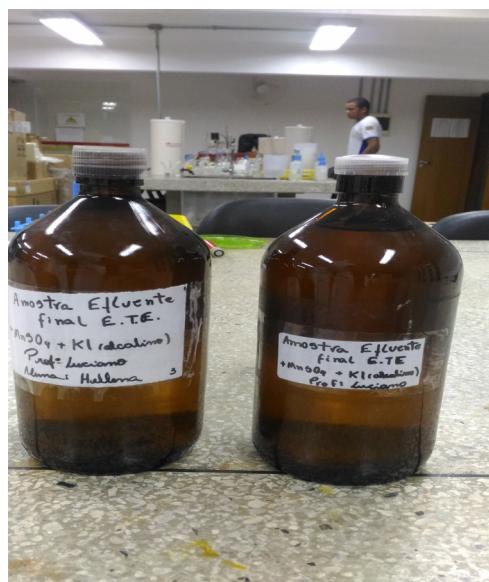


Figura 5. Amostras coletadas

Fonte: Acervo do autor

### 3.1 Potencial hidrogênionico

Aferiu o pH da amostra em triplicata após a calibração do pHmetro .

ANÁLISE pH	
Amostra	Padrão CONAMA
pH 6.50	pH entre 5.00 e 9.00

Tabela1. Resultado da análise de pH

Considerando o resultado de pH 6.50 a água de recarga despojada no rio pela ETE no estado de Goiás, está de acordo o padrão de pH estabelecido pelo CONAMA, no item A, do Art. 3º, da seção III, da resolução nº357 de 17 de março de 2005. Onde estabelece pH entre 5 a 9 para ser lançado ao corpo receptor após tratamento.

Tendo como objeto o parâmetro pH pode-se afirmar que este não oferece risco, aumento do índice de mortalidade e suscetibilidade de doenças à vida aquática do rio o qual a água de recarga é despojada, nem mesmo agride as tubulações que auxiliam no transporte do efluente até o rio.

### 3.2 Turbidez

Realizou a calibração do equipamento com os padrões. Posteriormente mediu a turbidez da amostra em triplicata.

ANÁLISE DE TURBIDEZ	
Amostra	Padrão CONAMA
95.4 UNT	≤ 100 UNT

Tabela 2. Resultado da análise de turbidez

A Resolução CONAMA n. 430/2011 não estabelece limites de remoção de turbidez para lançamento de efluentes, porém, a Resolução CONAMA n. 357/2005 (BRASIL, 2005) afirma que corpos d'água de classe 2 devem apresentar valores de turbidez menor ou igual a 100 UNT. Ou seja, efluentes lançados a qualquer corpo d'água de classe 2 não deve contribuir para superação deste valor de turbidez. Sendo assim, o tratamento deste esgoto atende o que preconiza esta Resolução, quanto ao valor de turbidez inferior ao limite.

### 3.3 Demanda bioquímica de oxigênio

A solução de Tiosulfato de sódio ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) foi preparada e padronizada. A padronização foi realizada com iodato de potássio ( $\text{KIO}_3$ ). Resultando no gasto de 2,4mL de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  para titular 25mL de  $\text{KIO}_3$  a 0,00125N. Verifica-se a concentração

do  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ :

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

$$0,00125 \times 25 = N_2 \times 2,4$$

$$N_2 = 0,0130\text{N de } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$$

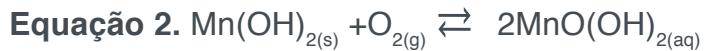
Legenda: Concentração normal de  $\text{KIO}_3$  ( $N_1$ ) / Volume de  $\text{KIO}_3$  no erlenmeyer ( $V_1$ ) /

Concentração normal de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  ( $N_2$ ) / Volume de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  gasto na bureta ( $V_2$ )

O sulfato de manganês reage com a mistura alcalina de iodeto para produzir um precipitado branco de hidróxido de manganês:



Ao adicionar sulfato de manganês e a solução alcalina de iodeto de potássio no momento da coleta evitou-se a perda de oxigênio durante o transporte, resultando a oxidação do sulfato de manganês:



O precipitado foi dissolvido a partir da acidificação da amostra:



Reação do  $\text{Mn}^{4+}$  com o iodeto de potássio, liberando iodo é proporcional à quantidade de oxigênio dissolvido (OD) na mistura:



O número de mol de iodo liberado na reação anterior é equivalente ao número de mol de oxigênio presente na amostra. A quantidade de iodo é determinada pela titulação de uma alíquota da solução com uma solução padrão de tiosulfato de sódio:



A titulação do 1º dia para determinação de DBO resultou coloração azul, conforme apêndice figura 7, ponto de viragem, com volume de 1,7mL de tiosulfato. A titulação no 5º dia resultou um ponto de viragem com 0,4mL de tiosulfato de sódio.

Os 1,7mL do tiosulfato de sódio a 0,0196mol/L gasto na titulação do 1º dia

corresponde a  $3,3 \times 10^{-5}$  mol de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ . Consequentemente a relação entre o tiosulfato e Oxigênio:

Através do número de mol de  $\text{O}_2$  obtido calculou a concentração molar do oxigênio na amostra:

$$\begin{array}{l} 4\text{mol S}_2\text{O}_3^- \cdots \cdots \cdots 1\text{mol O}_2 \\ 3,3 \times 10^{-5}\text{mol S}_2\text{O}_3^- \cdots \cdots \cdots X \end{array} \quad X = 8,34 \times 10^{-6} \text{ mol de O}_2$$

$$\begin{array}{l} 8,34 \times 10^{-6} \text{ mol de O}_2 \cdots \cdots \cdots 50\text{mL da amostra} \\ X \cdots \cdots \cdots 1000\text{mL} \end{array} \quad X = 1,67 \times 10^{-4} \text{ mol/L de O}_2 \text{ na amostra}$$

O resultado de OD obtido no 1º dia foi 5,34 mg/L de  $\text{O}_2$ .

O volume de 0,43mL de tiosulfato de sódio a 0,0196mol/L gasto na titulação do 5º dia corresponde a  $8,49 \times 10^{-6}$  mol de  $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$ . Consequentemente a relação entre tiosulfato e Oxigênio é de  $2,12 \times 10^{-6}$  mol de  $\text{O}_2$ :

$$\begin{array}{l} 4\text{mol S}_2\text{O}_3 \cdots \cdots \cdots 1\text{mol O}_2 \\ 8,49 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdots \cdots \cdots X \end{array} \quad X = 2,1 \times 10^{-6} \text{ mol de O}_2$$

Através do número de mol de  $\text{O}_2$  obtido calculou a concentração molar do oxigênio na amostra:

O resultado de OD obtido no 5º dia foi 1,35mg/L de  $\text{O}_2$ :

$$\begin{array}{l} 2,1 \times 10^{-6} \text{ mol de O}_2 \cdots \cdots \cdots 50\text{mL da amostra} \\ X \cdots \cdots \cdots 1000\text{mL} \end{array} \quad X = 4,2 \times 10^{-5} \text{ mol/L de O}_2$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol de O}_2 \cdots \cdots \cdots 32000\text{mg} \\ 4,2 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdots \cdots \cdots X \\ X = 1,35 \text{ mg/L de O}_2 \end{array}$$

Para obtenção do resultado da DBO em mg/L:

$$\text{DBO} = \text{OD}_{\text{(inicial)}} - \text{OD}_{\text{(final)}}$$

$$\text{DBO} = 5,34 - 1,35$$

$$\text{DBO} = 3,99 \text{ mg/L}$$

$$\% \text{ remoção de DBO} = \text{OD}_{\text{(final)}} \times 100 / \text{OD}_{\text{(inicial)}}$$

$$\% \text{ remoção de DBO} = 3,99 \times 100 / 5,34$$

$$\% \text{ remoção de DBO} = 25\%$$

O resultado da análise de DBO demonstra que o efluente final despojado em corpo d'água classe II em um determinado município do estado de Goiás, está conforme padrão estabelecido pela CONAMA, quanto ao parâmetro de DBO de no máximo 120mg/L e remoção de até 60%.

Assim como os resultados obtidos na análise do efluente final da ETE Brejo Comprido SANEATINS do Rio de Janeiro, realizada por Fernandes (2010) na variação temporal da concentração da DBO com obtenção de resultado de BDO entre 30 a 170mg/L, o parâmetro de DBO se manteve dentro o padrão estabelecido pelo CONAMA.

Porém, se comparado o resultado com o deste trabalho, observa-se que o resultado de Fernandes (2010) foi mais elevado, ao considerar os valores de DBO Fernandes (2010) considerou que o Brejo Comprido apresenta restrições quanto à autodepuração da carga orgânica lançada.



Figura 6. Análise e resultado da titulação da DBO

Fonte: Acervo do autor

## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, os resultados obtidos das análises físico-químicas de pH, turbidez e DBO do efluente final da estação de tratamento de esgoto demonstram conformidade com as determinações dispostas sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, Resolução nº 430/2011, do Conselho Nacional do Meio Ambiente. Considerando que a saúde e o bem-estar humano, bem como o equilíbrio ecológico aquático, não devem ser afetados pelo lançamento da água de recarga, observa-se através dos resultados já apresentados, que a qualidade do corpo d'água receptor está sendo mantido. O sistema de Tratamento de Esgoto do município está diretamente relacionado com a proteção do meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 13.969; 1997. **Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação.** Rio de Janeiro, 1997. Disponível em: <<http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=3633>>; Acesso em: 08. Junho. 2015.
- BRASIL, Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. 2005. Resolução Nº 357, de 17 de Março de 2005. Publicada no DOU nº 053, de 18 de Março de 2005, págs. 58-63. **Classificação dos Corpos de Água e Diretrizes Ambientais.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>> Acesso em: 18. Maio. 2015.
- BRASIL, Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. 2011. Resolução Nº 430, de 13 de Maio de 2011. **Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>> Acesso em: 23. Maio. 2015.
- CAERN, Companhia de águas e esgotos. 2014. **Tratamento de Esgoto.** Disponível em: <<http://www.caern.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=12037&ACT=null&PAGE=0&PARM=null&LBL=null>>. Acesso em: 28. Agosto. 2016.
- CASAN - Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. 2012. **ETE - Estação de tratamento de esgotos sanitários.** Disponível em: <<http://www.casan.com.br/menu-conteudo/index/url/ete-estacao-de-tratamento-de-esgotos-sanitarios#625>> Acesso em: 09. Junho. 2015.
- CORREIA, Luiz Fernando. 23 de junho de 2009. Investimento em saneamento básico traz grande retorno, afirma OMS. Disponível em: <<http://g1.globo.com/Noticias/Ciencia/0,,MUL1204387-5603,00-INVESTIMENTO+EM+SANEAMENTO+BASICO+TRAZ+GRANDE+RETORNO+AFIRMA+OMS.html>> Acesso em: 13. Out. 2015
- COUTO, José Luiz Viana. **Limnologia. Medições. Turbidez.** Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/turb.htm>> Acesso em: 13. Outubro. 2015.
- DEL LAB. 2009. Disponível em: <http://dellab.com.br/index.php/produtos/16-turbidímetro-microprocessado-digital-modelo-dlt-wv>. Acesso em: 29.agosto.2016.
- DELFINI, Indústria Comércio LTDA. (s/d). **Turbidímetro Microprocessado Digital Modelo DL350 - Manual de instruções e operações.**
- FERNANDES, Raoni de Paula. **Análise da Qualidade do Efluente Final da Estação de Tratamento de Esgoto – ETE Brejo Comprido e de seu Corpo Receptor, o Córrego Brejo Comprido.** 2º

Encontro Nacional das Águas. Rio de Janeiro-RJ. 19 de agosto de 2010.

FIORUCCI, Antônio Rogério; FILHO, Edemar Benedetti. **A Importância do Oxigênio Dissolvido em Ecossistemas Aquáticos**. Química Nova na Escola. Novembro 2005.

GANGHIS, Profº Marcelo Pestana e Diogénes (s/d). **Apostila de Tratamento de Efluentes**. Centro Federal de Educação Tecnológica – CEFET/BA. Bahia.

IBRE, Instituto Brasileiro de Economia. **Benefícios Econômicos da Expansão de Saneamento Brasileiro**. Julho de 2010.

INSTRUMENTAÇÃO, MS Tecnopon. **mPA-210**. Disponível em: <http://www.tecnopon.com.br/mpa-210/>. Acesso em 29.agosto.2016

JÚNIOR, Jader Lugon; PINHEIRO, Mariana Rodrigues de Carvalhaes; RODRIGUES, Pedro Paulo Gomes Watts. Dez/2008. **10 Gerenciamento de recursos hídricos e enquadramento de corpos d'água**. Boletim do observatório ambiental. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/boletim/article/viewFile/2177-4560.20080016/230>. Acesso em: 28. Janeiro. 2016

LENZI, Ervim; FAVERO, Luzia Otilia Bortotti; LUCHESE Eduardo Bernardi. **Introdução à química da água: ciência, vida e sobrevivência**. Rio de Janeiro: LTC; 2009.

LUTZ, Instituto Adolfo - IAL. **Manual Para Orientação para Análise de Água no Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo – SP / 2007. Disponível em: <http://maramar.org.br/novo2014/wp-content/uploads/2013/04/Procedimentos-paracoleta-Adolfo-Lutz-.pdf> Acesso em: 06. Junho. 2015.

MS, Tecnopon Equipamentos Especiais. **Manual de instruções, Medidor de pH de bancada, Medidor de pH portátil, microprocessados** (s/d). Modelo MPA 210 / MPA 210P.

PINTO, Lilian Vilela Andrade; Roma, Talita Nazareth; Balieiro, Kátia Regina de Carvalho. **Avaliação qualitativa da água de nascentes com diferentes usos do solo em seu entorno** (2012). Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-77602012000300018&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-77602012000300018&script=sci_arttext)> Acesso em: 13. Janeiro. 2016.

RONDÔNIA, Fundação Universidade Federal (s/d). **OXIGÊNIO DISSOLVIDO - Princípio (Método de Winkler)**. UFR - Paraná/RO

SANEAGO, **Tratamento de Esgoto Sanitário**. Goiás-BR/2011. Disponível em: <http://www.saneago.com.br/site/?id=esgoto4&tit=esgoto>. Acesso em: 28 de junho de 2016.

SPERLING, Marcos Von. **Princípios do tratamento biológico de águas residuais**. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto. vol.1; 3<sup>ed</sup>. Minas Gerais: Belo Horizonte, 2005.

SILVA, Carlos Henrique R. Tomé. S/D. **Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável no Brasil**. Núcleo de Estudos e Pesquisas; Senado Federal.

## PRODUÇÃO DE CATALISADORES PARA REAÇÃO DE FENTON HETEROGÊNEO

### **Erlan Aragão Pacheco**

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,  
Programa de Pós-Graduação em Química,  
Itapetinga-Bahia.

### **Alexilda Oliveira de Souza**

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,  
Programa de Pós-Graduação em Química,  
Departamento de Ciências. Exatas e Naturais,  
Itapetinga-Bahia.

### **Henrique Rebouças Marques Santos**

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,  
Programa de Pós-Graduação em Química,  
Itapetinga-Bahia.

### **Lucas Oliveira Santos**

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,  
Programa de Pós-Graduação em Química,  
Itapetinga-Bahia.

### **Claudio Marques Oliveira**

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,  
Programa de Pós-Graduação em Química,  
Jequié-Bahia.

### **Abad Roger Castillo Hinojosa**

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,  
Programa de Pós-Graduação em Química,  
Jequié-Bahia.

### **Luiz Nieto Gonzales**

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,  
Colegiado do Curso de Física, Departamento de  
Ciências. Exatas e Naturais, Itapetinga-Bahia.

muito para a contaminação ambiental, pois elevadas quantidades de corantes são descartadas no meio ambiente sem tratamento adequado. Estes corantes prejudicam a vida aquática devido à cor característica, o que dificulta a entrada de luz no meio, afetando processos como a fotossíntese. Os Processos Oxidativos Avançados (POA's) são os mais utilizados nos tratamentos dos efluentes têxteis. Os POAs são um conjunto de métodos de tratamento de efluentes industriais baseados na oxidação dos poluentes pela ação de radicais hidroxila. Nesta pesquisa foram desenvolvidos catalisadores à base de ferro para aplicação em sistemas Fenton Heterogêneo que constitui um dos tipos de POA aplicado na degradação de corantes. Os materiais foram sintetizados pelo método sol-gel não hidrolítico, usando nitrato de ferro III como precursor. Os sólidos foram caracterizados por Análise térmica (TG/DTA), DRX, e MEV. Para os testes catalíticos, foi usada solução aquosa de azul de metileno, como poluente modelo, em presença do catalisador e  $H_2O_2$ . Todos os catalisadores foram ativos na degradação do corante azul de metileno em meio aquoso. Notou-se que o desempenho destes materiais dependeu da temperatura de calcinação, o sólido calcinado a 300 °C foi mais eficiente, removendo, em 180 minutos, 90% da cor. Devido à simples e econômica síntese estes sólidos podem vir a se

**RESUMO:** As indústrias têxteis têm contribuído

constituir em catalisadores com potencial para o tratamento de efluentes coloridos, usando a reação de Fenton heterogêneo.

**PALAVRAS CHAVE:** óxidos de ferro, Fenton heterogêneo, corantes, oxidação

## CATALYST PRODUCTION FOR THE HETEROGENEOUS FENTON REACTION

**ABSTRACT:** Textile industries has greatly contributed to environmental contamination, because large amounts of dyes are discarded in the environment without the proper treatment. These dyes are damaging to the aquatic life due to their color, which prevents the entry of light in the environment, affecting processes such as photosynthesis. The Advanced Oxidation Processes (AOPs) are the most used in the treatment of textile effluents. The AOPs are a group of effluent treatment methods based on the oxidation of pollutants by the action of hydroxyl radicals. In this research, iron-based catalysts were developed for application in Fenton Heterogeneous reaction, one of the types of POA's, in the oxidation of dyes. The materials were synthesized by the solgel method non-hydrolytic, using iron nitrate III as precursor. The solids were characterized by Thermal Analysis (TG/DTA), XRD and SEM. For the catalytic tests, was used aqueous solution of Methylene Blue, as polluting model, in the presence of the catalyst and  $H_2O_2$ . All catalysts were active in the degradation of methylene blue dye in aqueous medium. It was observed that the performance of these materials depended on the calcination temperature, the solid calcined at 300 °C was more efficient by removing, 180 minutes, 90% of the color. Due to a simple and economical synthesis these solids could become potential catalysts for the treatment of colored effluents, using the heterogeneous Fenton reaction.

**KEYWORDS:** Iron oxide, heterogeneous Fenton, dyes, oxidation

## 1 | INTRODUÇÃO

Os corantes orgânicos são utilizados em larga escala nas indústrias têxteis, alimentícia, de fabricação de papel, têxtil e cosmética. Eles são potencialmente nocivos à natureza e apresentam baixa taxa de degradabilidade (BAIRD; CANN, 2012; KHELIFI et al., 2009). Ao serem lançados em corpos hídricos, interferem na absorção da luz das comunidades aquáticas, podendo acarretar a eutrofização do meio. Nas últimas décadas vários processos foram desenvolvidos e testados com a finalidade de remover esses poluentes. Existem vários métodos para o tratamento de efluentes coloridos, que podem ser classificados em físico, biológico e químico (NIDHEESH et al., 2013).

A adsorção é um tipo de método físico que tem recebido muita atenção por especialistas, principalmente, no sentido de desenvolver adsorventes mais eficientes e fáceis de separar do meio em que foi aplicado (TAN et al, 2015). Entre os métodos químicos, destacam-se os Processos Oxidativos Avançados, um conjunto de métodos baseados no alto potencial oxidante dos radicais hidroxila, gerados por diferentes

meios (RAY et al., 2004).

Um processo oxidativo de destaque é a reação de Fenton, que utiliza o íon ferro II ( $\text{Fe}^{2+}$ ) e peróxido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) para a geração de radicais hidroxilas. Trata-se de um bom sistema, porém, o processo Fenton homogêneo leva à geração de lodo, pela precipitação do íon férrico ( $\text{Fe}^{3+}$ ) como o hidróxido férrico –  $\text{Fe(OH)}_3$  (MA et al., 2015). Por outro lado, a reação de Fenton Heterogêneo utiliza a fonte de ferro na forma sólida como um material suportado ou mássico. Nesta condição, não existe a formação de lodo, tornando o processo mais limpo. O desenvolvimento de novos catalisadores de baixo custo e eficientes para o processo Fenton heterogêneo pode constituir uma importante contribuição para melhorar a viabilidade de aplicação deste método (VORONTSOV, 2018; ZHANG, M. H., 2019).

Assim, este trabalho teve como objetivo produzir óxidos de ferro e aplicar estes materiais como catalisadores na reação de Fenton Heterogêneo utilizando o azul de metileno como modelo de sistema contaminado.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Os catalisadores foram sintetizados pelo método sol-gel não-hidrolítico a partir da reação do nitrato férrico –  $\text{Fe(NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  e hidróxido de sódio - NaOH em meio aquoso. O gel obtido foi lavado para remoção dos contra-íons e seco em estufa a 100°C até massa constante. O gel seco foi denominado de Gh e duas porções do mesmo foram tratadas termicamente para obtenção do óxido de ferro. A primeira porção foi calcinada a 300°C (Hm-300) e a segunda porção foi calcinada 500°C (Hm-500). O tratamento térmico consistiu em aquecer as porções do gel seco por duas horas, ao ar, em forno mufla com temperatura programada e taxa de aquecimento controlada a  $10^\circ\text{C min}^{-1}$ . Os catalisadores foram caracterizados por análise térmica (TG/DTA), microscopia eletrônica de varredura (MEV) e por difratometria de Raios X (DRX).

As medidas de análise térmica foram conduzidas em um equipamento da marca Linseis modelo PT-1000 que foi configurado a uma taxa de aquecimento de  $10^\circ\text{C min}^{-1}$ , sendo iniciando da temperatura ambiente até 1000 °C.

Os difratogramas de raios X (DRX) foram obtidos com o difratômetro Bruker D2 Phaser usando radiação CuKa ( $\lambda = 1,54180 \text{ \AA}$ ), gerada a 30 kV e 10 mA e usando filtro de níquel de 1,0 mm e bloqueador de 1,0 mm. As reflexões foram obtidas no intervalo de ângulo 2 $\theta$  entre 10° e 100°, com velocidade de varredura de 2° min $^{-1}$ .

As imagens de microscopia eletrônica de varredura (MEV) foram obtidas em um microscópio de bancada Phenon Pure com faixa óptica de 70 a 30.000x, ampliação fixa de 20x, resolução  $\leq 30 \text{ nm}$ , zoom digital 12x, navegação óptica em preto e branco e tensão de aceleração de 5kV. Nas análises, foram produzidas micrografias com ampliações entre 1000x e 7000x.

Os materiais foram testados na reação de Fenton Heterogêneo utilizando o azul de metileno como sistema modelo. Os testes cinéticos foram realizados seguindo o seguinte procedimento: tubos de plástico com tampa rosqueadas contendo 0,026 g do catalisador, 13 ml de solução de aquosa do azul de metileno na concentração de 10 ppm e 1,0 ml de peróxido de hidrogênio P.A., foram colocados em agitação num aparato experimental, por um determinado período de tempo (15, 30, 60, 90, 120 e 180 min). Ao fim do tempo estabelecido para cada sistema, o catalisador sólido foi separado por centrifugação por 10 min (3000 rpm) e o sobrenadante, submetido à medida em espectrofotômetro UV/Vis em 665 nm.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado de análise térmica, para o precursor do catalisador, evidenciou dois fenômenos térmicos associados à formação estrutural da hematita, sendo o primeiro entre a temperatura ambiente até 150°C devido à perda de água e espécies voláteis e outro fenômeno em torno de 300°C devido à transformação da goetita (Gh) em hematita (Hm) como pode ser observado na Figura 1.

Os resultados de Difração de Raios X estão destacados na Figura 2. Notou-se reflexões em  $2\theta = 24,2; 33; 35,6; 40,9; 49,3; 54,0; 62,3$  e 64 referentes à fase hematita hexagonal nos difratogramas das amostras Hm-300 e Hm-500. Por outro lado, a amostra Gh exibiu reflexões em  $2\theta = 17,8; 21,2; 26,3; 33,2; 34,8; 36,0$  e 36,8 referentes à fase goetita da amostra Gh.

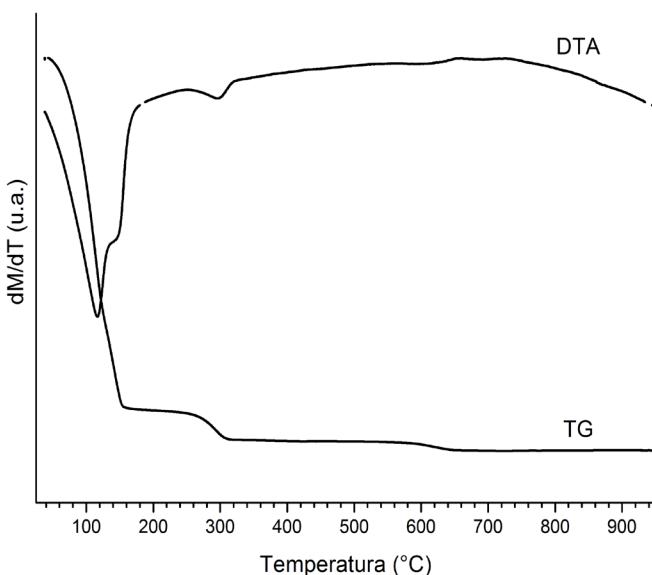


Figura 1 – Resultado de TG e DTA para o precursor dos catalisadores

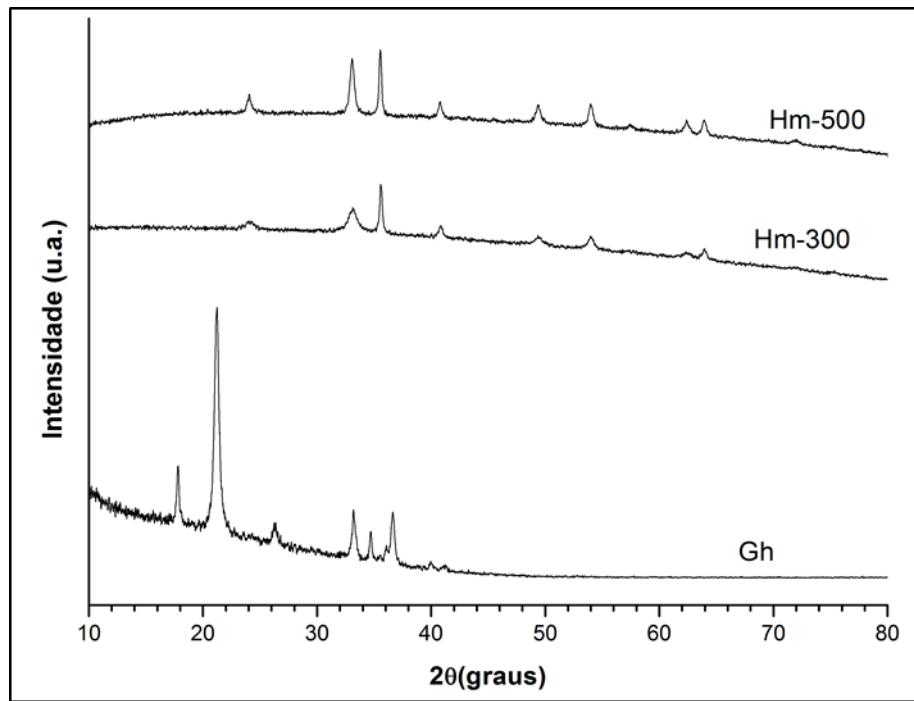


Figura 2 – Resultados da avaliação catalítica frente à reação de Fenton Heterogêneo das amostras Gh, Hm-300 e Hm-500

As imagens de microscopia eletrônica de varredura foram obtidas para avaliação da morfologia dos materiais sintetizados (Figura 3). A partir das melhores imagens obtidas, verificou-se em todas as micrografias, a presença de partículas com tamanhos e formas variadas indicando uma morfologia heterogênea. Notou-se que os sólidos apresentaram tendência à formação de aglomerados de partículas e aparência esponjosa.

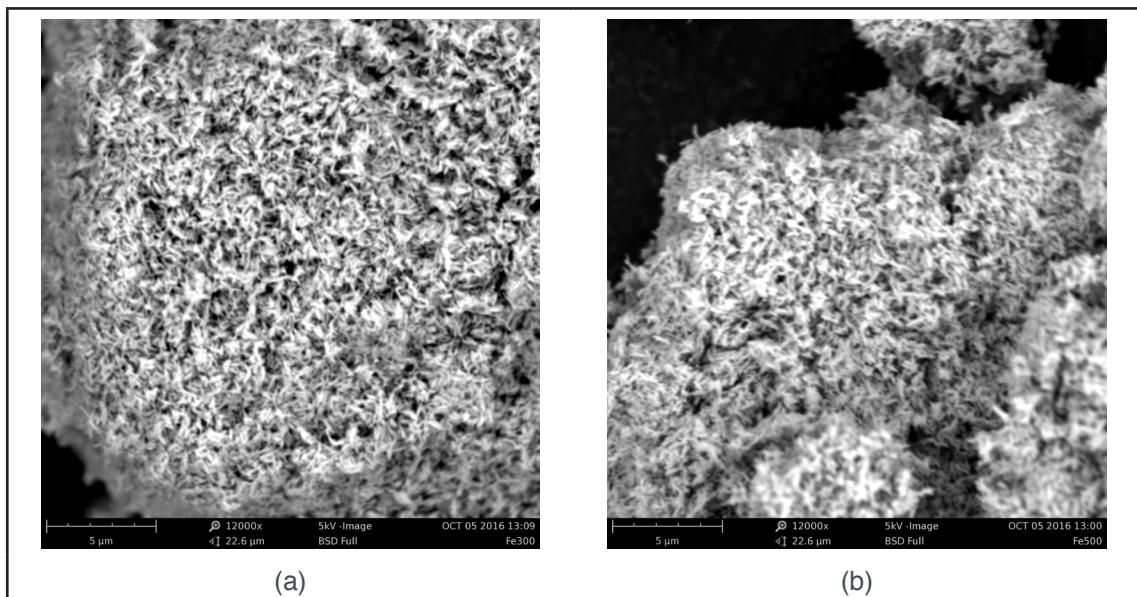


Figura 3 – MEV das amostras Hm-300(a) e Hm-500(b)

Os resultados da degradação do azul de metileno estão apresentados na Figura 4. Notou-se que todos os catalisadores foram eficientes na degradação do

corante, com destaque para a amostra Hm-300 que foi capaz de remover cerca de 90% do corante. Observou-se que, nos primeiros minutos da reação, o processo de degradação mostrou-se lento, provavelmente em decorrência da presença de espécies  $\text{Fe}^{3+}$  que têm baixa atividade na reação. Por outro lado, quando as espécies  $\text{Fe}^{3+}$  reagem com moléculas de peróxido de hidrogênio (Equação 1) são reduzidas a íons ferrosos que são ativos na reação. Além disso, os radicais hidroperoxil ( $\text{HOO}\cdot$ ) podem reduzir os íons férricos e assim promover a formação de mais espécies ativas no meio, de acordo com a descrição da Equação 2.

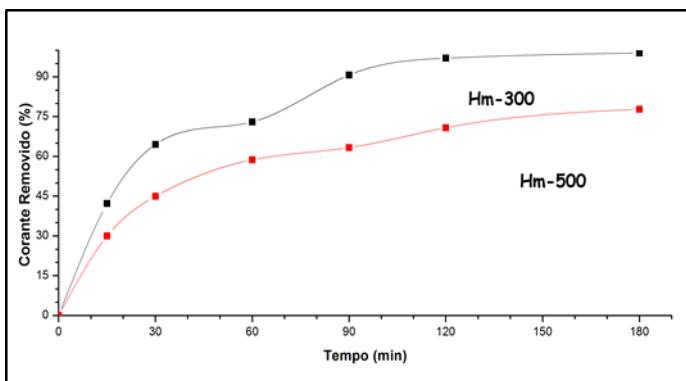
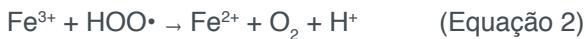


Figura 4 – Resultados da avaliação catalítica frente à reação de Fenton Heterogêneo das amostras Hm-300 e Hm-500.

## 4 | CONCLUSÃO

Foi possível produzir dois óxidos de ferro, na forma de hematita hexagonal, com potencial para degradar corantes orgânicos em meio aquoso, mostrando-se promissores na purificação de efluentes poluídos com corantes.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESB e a CAPES pelo suporte financeiro.

## REFERÊNCIAS

BAIRD, C.; CANN, M. *Environmental Chemistry*. New York: Freeman and Company, 2012.

KHELIFI, E., AYED, L., BOUALLAGUI, H., TOUHAMI, Y., HAMDI, M. Effect of nitrogen and carbon sources on Indigo and Congo red decolourization by *Aspergillus alliaceus* strain 121C. *Journal of Hazardous Materials*, v. 163, n. 2-3, p. 1056-1062, 2009.

MA, J.; ZHOU, L.; DAN, W.; ZHANG, H.; SHAO, Y.; BAO, C.; JING, L. Novel magnetic porous carbon spheres derived from chelating resin as a heterogeneous Fenton catalyst for the removal of methylene

blue from aqueous solution. **Journal of colloid and interface science**, 446, 298-306, 2015.

NIDHEESH, P. V.; GANDHIMATHI, R.; RAMESH, S. T. Degradation of dyes from aqueous solution by Fenton processes: a review. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 20, n. 4, p. 2099-2132, 2013.

RAY, M.B.; CHEN, J. P. WANG, L. K.; PEHKONEN, S. O. Advanced Oxidation Processes in: **Advanced physicochemical treatment processes**. New Jersey: Humana Press Inc, 2004.

TAN, K. B.; VAKILI, M.; HORRI, B. A.; POH, P. E.; ABDULLAH, A. Z.; SALAMATI-NIA, B. Adsorption of dyes by nanomaterials: Recent developments and adsorption mechanisms. **Separation And Purification Technology**, v. 150, p.229-242, 2015.

VORONTSOV, A. V. Advancing Fenton and photo-Fenton water treatment through the catalyst design. **Journal of Hazardous Materials**, p.1-29, 2018.

ZHANG, M. H., DONG, H., ZHAO, L., WANG, D. X.; MENG, D. A review on Fenton process for organic wastewater treatment based on optimization perspective. **Science of the total environment**, 2019.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**JULIANO CARLO RUFINO DE FREITAS** - Possui graduação em Licenciatura em Química pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2008). Obteve seu título de Mestre em Química pela Universidade Federal de Pernambuco (2010) e o de Doutor em Química também pela Universidade Federal de Pernambuco (2013). É membro do núcleo permanente dos Programas de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco (desde 2013) e da Pós-Graduação em Ciências Naturais e Biotecnologia do Centro de Educação e Saúde da Universidade Federal de Campina Grande (desde 2015). Atua como Professor e Pesquisador da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG nas áreas da Síntese de Compostos Orgânicos; Bioquímica e Espectroscopia de Compostos Orgânicos. É consultor do Journal Natural Product Research, do Journal Planta Médica, do Journal Letters in Organic Chemistry e da Resista Educação, Ciência e Saúde. Em 2014, teve seu projeto, intitulado, “Aplicações sintéticas de reagentes de Telúrio no desenvolvimento de novos alvos moleculares naturais e sintéticos contra diferentes linhagens de células tumorais”, aprovado pelo CNPq. Em 2018 o CNPq também aprovou seu projeto, intitulado “Docking Molecular, Síntese e Avaliação Antitumoral, Antimicrobiana e Antiviral de Novos Alvos Moleculares Naturais e Sintéticos”. Atualmente, o autor tem se dedicado à síntese de compostos biologicamente ativos no combate a fungos, bactérias e vírus patogênicos, bem como contra diferentes linhagens de células cancerígenas com publicações relevantes em periódicos nacionais e internacionais.

**LADJANE PEREIRA DA SILVA RUFINO DE FREITAS** - Possui graduação em Licenciatura em Química pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2008). Em 2011, obteve seu título de Mestre em Ensino das Ciências pela Universidade Federal Rural de Pernambuco e em 2018, obteve o seu título de Doutora em Ensino das Ciências, também, pela Universidade pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. É Professora da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG em disciplinas da Educação Química. É avaliadora da Revista Educación Química. Atua como Pesquisadora dos fenômenos didáticos da aprendizagem no ensino das ciências. Coordena um grupo de pesquisa que desenvolve estudos sobre as Metodologias Ativas de Aprendizagem, sobre as Tecnologias da Informação e Comunicação no Ensino da Química, sobre a produção e avaliação de materiais didáticos e sobre linguagens e formação de conceitos. Atualmente, a autora, também tem se dedicado ao estudo das influências dos paradigmas educacionais na prática pedagógica. Além disso, possui vários artigos publicados em revistas nacionais e estrangeiras de grande relevância e ampla circulação.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Alcaloides 235, 236, 237, 238, 239, 240, 253  
Alimentação saudável 102, 103, 106, 110, 119, 124  
Análise físico-química 291, 293  
Aromas 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 144, 145  
Atividade antioxidante 241, 244, 248, 249, 251  
Atividade experimental 23, 36, 37, 40, 79, 234

### B

Bauhinia pulchella 252, 253, 262

### C

Catalisadores 303, 304, 305, 306, 307  
Contextualização 46, 53, 87, 88, 89, 90, 96, 101, 104, 117, 119, 121, 124, 125, 126, 131, 132, 133, 135, 136, 138, 176, 185, 209, 211, 230  
Corantes 303, 304, 308  
Cruzaína 265, 266, 269, 272, 273, 274

### D

Dinâmica molecular 265, 270, 271, 273, 274, 275  
Docagem 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 274

### E

Educação inclusiva 147, 150, 151, 159  
Energia 13, 69, 75, 115, 199, 200, 201, 205, 206, 207, 208, 226, 227, 228, 231, 267, 269, 270, 271, 274, 275, 282  
Ensino-aprendizagem 15, 20, 27, 29, 31, 35, 49, 60, 91, 136, 150, 151, 194, 196, 198, 209, 216  
Ensino de ciências 27, 47, 64, 74, 75, 77, 79, 80, 86, 119, 132, 133, 149, 150, 152, 153, 170, 174, 175, 184, 185, 191, 192, 196, 208, 209, 210, 211, 214, 234  
Ensino de química 1, 2, 3, 26, 27, 28, 29, 36, 37, 39, 47, 48, 49, 51, 52, 58, 59, 60, 62, 63, 66, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 85, 86, 87, 89, 90, 91, 139, 145, 147, 151, 152, 153, 154, 158, 160, 161, 170, 177, 184, 186, 191, 192, 196, 222, 233, 234  
Ensino não-formal 29, 35  
Estequiometria 48, 49, 50, 51, 52, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 165, 166, 172  
Ésteres 94, 135, 138, 139, 140, 142, 144, 145  
Esteroides 241, 242, 244, 247, 249, 252, 253, 254, 255, 256, 260, 261, 262  
Estudo fitoquímico 243, 244, 252

## F

- Fabaceae 241, 242, 252, 253, 262, 263  
Feira livre 76, 78, 80, 81, 82, 83, 84, 85  
Formação de professores 27, 47, 149, 152, 173, 175, 183, 184, 186, 187, 196, 220  
Fraude do leite 97

## G

- Gravimetria 278, 279, 280, 281, 282, 285, 287, 288

## H

- Humirianthera ampla* 235, 236, 238, 240

## I

- Interdisciplinar 60, 78, 83, 85, 97, 102, 105, 106, 116, 117, 119, 124, 126, 127, 131, 132, 213

## K

- Kits experimentais 15, 17

## L

- Luehea divaricata* 241, 242, 250, 251

## M

- Matematização 199, 200, 201  
Materiais alternativos 1, 15, 19, 21, 24, 25, 26, 28, 147, 151  
Material didático 1, 62, 147, 150, 151, 152, 153, 173, 174, 176, 177, 178, 179, 182, 183, 184  
Método ABP 48  
Música 29, 30, 31, 33, 34, 35

## N

- Nanotecnologia 209, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 220  
Neolignanas 265, 266, 267, 272

## O

- Óleo essencial 36, 39, 40, 41, 42, 43, 259  
Oxidação 279, 281, 298, 303, 304

## P

- PIBID 15, 17, 29, 31, 32, 35, 69, 191, 222, 224, 233  
Polarimetria 36, 38, 39, 40, 41, 43, 46  
Propriedades físicas 135, 138, 139, 140, 142, 144, 145

## **Q**

- Qualidade da água 278, 292, 293  
Questões socioambientais 76, 77, 79, 85

## **S**

- Sequência didática 87, 88, 91, 92, 93, 95, 96, 99  
Síndrome de Down 154, 155

## **T**

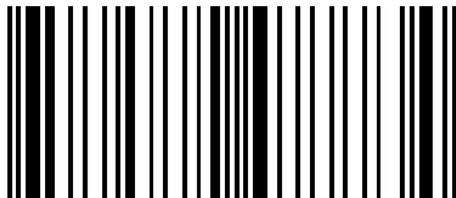
- Teatro 29, 30, 31, 32, 34, 35, 85, 86  
Termoquímica 172, 222, 224, 230  
Tocoferóis 252, 253, 255, 256  
Tratamento de esgoto 291, 292, 293, 296, 301, 302  
Triterpenoides 241, 242, 244, 245, 246, 249  
Turbidimetria 278, 279, 280, 281, 282, 283, 287, 288, 289

## **V**

- Visita investigativa 76

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-7247-773-4



9 788572 477734