

# Atividades de Ensino e de Pesquisa em Química

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



**Atena**  
Editora  
Ano 2019

# Atividades de Ensino e de Pesquisa em Química

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



**Atena**  
Editora  
Ano 2019

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 Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido 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 Pietrobom – 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 Girlene 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  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
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
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## 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>	

<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>62</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7341911116</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>76</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7341911117</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>87</b>
CONSUMO, CONSTITUIÇÃO E ADULTERAÇÕES DO LEITE: UMA PROPOSTA DE CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA	
Nathan Roberto Lohn Pereira Flavia Maia Moreira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7341911118</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>102</b>
ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL: ALTERNATIVAS PEDAGÓGICAS PARA UMA PRÁTICA INTERDISCIPLINAR	
Ronualdo Marques Claudia Regina Xavier	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7341911119</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>124</b>
ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL NUM ENFOQUE INTERDISCIPLINAR	
Ronualdo Marques Claudia Regina Xavier	
<b>DOI 10.22533/at.ed.73419111110</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>135</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.73419111111</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>147</b>
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 NANOBIOLOGIA: 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



Alécia Maria Gonçalves

DOI 10.22533/at.ed.73419111119

**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**

TRITERPENÓIDES, 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**

TOCOFERÓIS 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 Moraes 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 INDUSTRIAIS

Polyana Cristina Nogueira Gomes  
Luciano Alves da Silva  
Fabiana de Jesus Pereira  
Gilmar Aires da Silva

Fernando da Silva Marques

DOI 10.22533/at.ed.73419111124

**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 HETEROGÊNEO

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**

## 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. Conseqüentemente, 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 ebulição 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.



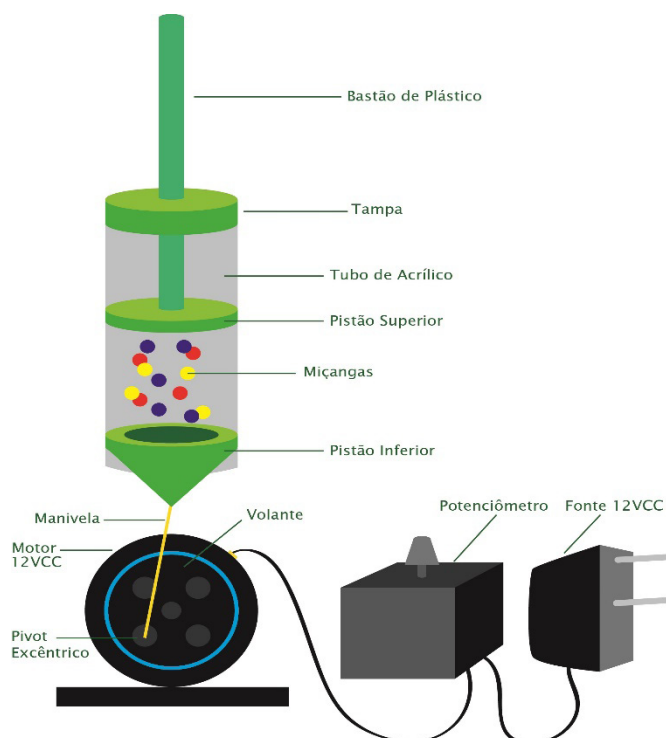


Figura 1: Esquema do Modelo Mecânico Vertical.

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, conseqüentemente, 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

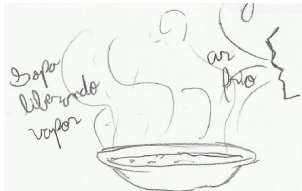
Com o intuito de analisar a compreensão dos alunos a respeito do assunto explicado anteriormente, caracterizamos esta pesquisa como qualitativa descritiva. Busca-se, assim, uma análise descritiva que se desdobra na utilização de instrumentos escritos para levantamento e análise dos dados por meio do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

<b>Categoria</b>	<b>Unidade de sentido</b>	<b>Exemplos</b>
Movimento de partículas (57)	Agitação molecular (32)	“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”
		“O cheiro é menos perceptível devido a agitação molecular ser mais lenta”
	Velocidade das moléculas (15)	
		“Porque as moléculas estão mais devagar por conta da temperatura do ambiente”
		“Porque as moléculas que estão na superfície, que estão mais agitadas, liberando vapor, se soprarmos elas vão sair, e “subira” outros vapores quentes, e se soprarmos, “vai subir” outros e assim sucessivamente, até as moléculas diminuírem a velocidade de agitação, assim esfriando”
		“No frio as moléculas ficam mais calmas e no quente as moléculas estão mais agitadas”
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 soprarmos elas vão sair, e “subirá” outros vapores quentes, e se soprarmos, 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”

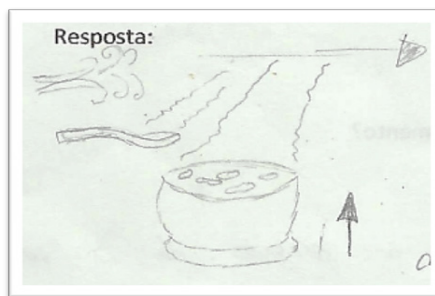
Há, por outro lado, o uso inadequado da ideia de pressão, relacionada ao movimento gasoso. O aluno refere-se ao “espalhamento” do odor da fruta devido a uma menor pressão durante um dia frio, confundindo pressão e temperatura, o que corrobora uma inadequação de compreensão muito comum no uso de modelos. 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.

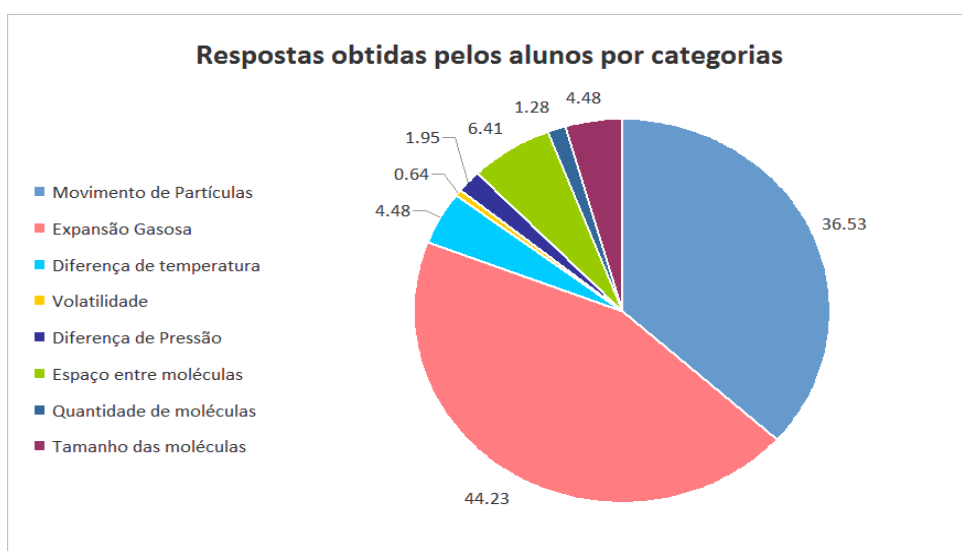


Figura 4: Respostas apresentadas pelos alunos por categorias.

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.sbq.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.sbq.org.br/online/qnesc37\\_3/07-EA-08-14.pdf](http://qnesc.sbq.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.



## 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 Revista 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 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