

Alexandre Ricardo do Carmo  
Jussara Cassiano Nascimento  
Marcelo Delena Trancoso  
(Organizadores)

# Experiência Pedagógica:

## Primeira Feira de Arte, Cultura, Tecnologia e Ciência – I FACTEC



epilaya  
Editora

Alexandre Ricardo do Carmo  
Jussara Cassiano Nascimento  
Marcelo Delena Trancoso  
(Organizadores)

# **Experiência Pedagógica:**

## **Primeira Feira de Arte, Cultura, Tecnologia e Ciência – I FACTEC**



1ª edição  
Rio de Janeiro - RJ

  
Editora

Copyright © 2025 Epitaya Editora. Todos os direitos reservados.

Nenhuma parte desta obra poderá ser utilizada indevidamente, sem estar de acordo com a Lei nº 9.610/98.  
Se correções forem encontradas, serão de exclusiva responsabilidade de seus organizadores/autores.

**Editor:** Bruno Matos de Farias

**Assessoria Editorial:** Helena Portes Sava de Farias

**Marketing/ Design:** Equipe MKT

**Diagramação/ Capa:** Equipe Epitaya

**Revisão:** Os Autores

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

(eDOC BRASIL, Belo Horizonte, MG, Brasil)

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

---

E96      Experiência pedagógica [livro eletrônico]: primeira feira de arte, cultura, tecnologia e ciência – I FACTEC / Organizadores Alexandre Ricardo do Carmo, Jussara Cassiano Nascimento, Marcelo Delena Trancoso. – 1. ed. – Rio de Janeiro, RJ: Epitaya, 2025.  
187 p. ; 16 x 23 cm.

ISBN 978-65-5132-007-1 (Livro Digital)

ISBN 978-65-5132-011-8 (Livro Físico)

1. Educação e cultura. 2. Ensino médio – Metodologias ativas. 3. Prática de ensino. 4. Feiras de ciência. I. Carmo, Alexandre Ricardo do. II. Nascimento, Jussara Cassiano. III. Trancoso, Marcelo Delena.

CDD 370.1



Epitaya Propriedade Intelectual Editora Ltda  
Rio de Janeiro / RJ | Tel: +55 21 98141-1708  
contato@epitaya.com.br  
<http://www.epitaya.com>

Alexandre Ricardo do Carmo  
Jussara Cassiano Nascimento  
Marcelo Delena Trancoso  
(Organizadores)

# **Experiência Pedagógica:**

## **Primeira Feira de Arte, Cultura, Tecnologia e Ciência – I FACTEC**



## **CONSELHO EDITORIAL**

---

EDITOR RESPONSÁVEL Bruno Matos de Farias  
ASSESSORIA EDITORIAL Helena Portes Sava de Farias  
ASSISTENTE EDITORIAL Equipe Editorial  
DIAGRAMAÇÃO/ CAPA Equipe MKT  
REVISÃO Autores

## **CONSELHO CIENTÍFICO**

---

PESQUISADORES Profa. Dra Kátia Eliane Santos Avelar  
Profa. Dra Fabiana Ferreira Koopmans  
Profa. Dra Maria Lelita Xavier  
Profa. Dra Eluana B. L. de Figueiredo  
Profa. Dra Pauline Balabuch  
Prof. Dr. Daniel da Silva Granadeiro  
Prof. Dr. Rômulo Terminelis da Silva

# SUMÁRIO

|                                                                                                                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Introdução.....                                                                                                                                                                                                                | 7  |
| Prefácio.....                                                                                                                                                                                                                  | 19 |
| Capítulo 1.....                                                                                                                                                                                                                | 21 |
| <b>HERÓIS DA CIÊNCIA: UMA PEÇA TEATRAL</b>                                                                                                                                                                                     |    |
| <i>Ana Júlia Borges da Costa, Camila Melo Nogueira, Laila da Encarnação Reges, Luma Barbosa Batista, Mayara Garcia Dias, Marcelo Delena Trancoso</i>                                                                           |    |
| Capítulo 2.....                                                                                                                                                                                                                | 39 |
| <b>INVESTIGAÇÃO FORENSE DE DROGAS EM RODOVIAS</b>                                                                                                                                                                              |    |
| <i>Carolinne Montenegro Fernandes Alexandres Alves, Eduarda Luiza Llort Curval, Pedro Costa da Luz, Rafaela Perozo Velasques, Marcelo Delena Trancoso, Warley Pereira Pires</i>                                                |    |
| Capítulo 3.....                                                                                                                                                                                                                | 57 |
| <b>DETERMINAÇÃO DA ACIDEZ DO MEL</b>                                                                                                                                                                                           |    |
| <i>Arthur De Macena Loiola, Danilo Venancio Farrapo, Fernanda Alicia Chagas Cunha Maciel, Gustavo Rodrigues Peçanha Campos, Leticia Werneck Matias Santos, Celso Luis Soares dos Santos Sobrinho, Rômulo Ferreira da Silva</i> |    |
| Capítulo 4.....                                                                                                                                                                                                                | 69 |
| <b>DECOMPOSIÇÃO DA LUZ BRANCA</b>                                                                                                                                                                                              |    |
| <i>Giovana Araújo Cordeiro Costa Couto, Mariana Ferreira Brandão, Mariana Godoy de Oliveira, Gabriela de Souza Rego</i>                                                                                                        |    |
| Capítulo 5.....                                                                                                                                                                                                                | 81 |
| <b>CHUVA ÁCIDA: FORMAÇÃO, CONSEQUÊNCIAS E PREVENÇÕES</b>                                                                                                                                                                       |    |
| <i>Anna Clara Nunes Su, Isabelly Protásio Santos Freire, Marcelo Delena Trancoso, Alessandra Lemos do Nascimento</i>                                                                                                           |    |

Capítulo 6.....99  
**CONSTRUÇÃO DE FOGUETE E EXTINTOR DE INCÊNDIO CASEIRO À  
 BASE DE ÁCIDO ACÉTICO E BICARBONATO DE SÓDIO**

*Ana Júlia Nascimento de Oliveira, Júlia de Campos Vinagre, Laís dos Santos  
 Fabrício, Laura Oliveira Bento de Faria, Yasmim Vieira Barboza Porciuncula  
 de Moraes, Marcelo Delena Trancoso, Rômulo Ferreira da Silva*

Capítulo 7.....113  
**DESVENDANDO OS MISTÉRIOS CÓSMICOS: UMA JORNADA PELO  
 PLANETÁRIO NA ORIGEM DOS PLANETAS E NA FORMAÇÃO DA VIDA**

*Alice Silveira Ramalho, Artur Eduardo de Oliveira Bragança, Leonardo  
 Soares Gonçalves, Moisés Montes Barreto, Victor Hugo Campos de Azeve-  
 do, Paulo Silva Vieira Marques*

Capítulo 8.....127  
**COMO ENXERGAR SUA PRÓPRIA VOZ**

*Bruno Correia de Mello Carneiro, Carlos Vinicius Andrade da Costa*

Capítulo 9.....139  
**EDUCAÇÃO NA PROGRAMAÇÃO**

*Rebeca Azevedo Mendes, Pedro Silveira Mello, Gianluca Lenzi de Carvalho  
 Dantas, Pedro Henrique Bezerra Almeida, Carlos Vinícius Andrade da Costa*

Capítulo 10.....153  
**ESTUDO SOBRE ABSORÇÃO DE MEDICAMENTOS ORAIS NO CORPO  
 HUMANO**

*Juliana Dias Braga, Rafaela Souza Petra Fontoura Melo, Arley Campos  
 Rocha*

Capítulo 11.....165  
**DROGAS: EFEITOS, TRÁFICO E QUÍMICA FORENSE**

*Ana Paula Ramos Fernandes Pinto, Laura, Kürster Mattos Salviano, Lucas  
 Frias Silva da Costa, Manuella Rocha de Souza, Thiago Santangelo Costa,  
 Jefte Pinheiro Júnior*

Sumário estudantes autores.....183

Sumário professores orientadores e coorientadores autores.....185

# INTRODUÇÃO

Atualmente o mundo vive transformações rápidas e intensas, com uma enorme diversificação de pesquisas em todos os campos, nas artes e na cultura de um modo geral, nas ciências humanas e naturais e na tecnologia, onde um gigantesco volume de informações e conhecimentos, tanto reais quanto irreais, e também perigosos, são gerados constantemente.

Com isso se fazem necessárias a análise e a interpretação desses novos conhecimentos, geralmente divulgados pela mídia, para que possam ser desconsiderados, caso falsos, ou considerados, caso verdadeiros.

Para que haja uma correta análise e um aproveitamento coerente e éticos dos conhecimentos gerados, os cidadãos necessitam de conceitos, métodos, habilidades e competências. Assim, as escolas surgem como um espaço ideal para formação desses cidadãos, tornando-os aptos a acompanhar, analisarem e viverem essas rápidas transformações.

Num contexto mais amplo, o objetivo da escola ordinária deve estar voltado para a formação de jovens que, independentemente de sua escolaridade futura, devem adquirir instrumentos para a vida, para raciocinar e compreender as causas e razões das coisas, bem como para exercer seus direitos, cuidar de sua saúde, participar de discussões, atuar, transformar, enfim, para realizar-se, para viver (KAWAMURA e HOSOUME, 2003) e assumirem suas escolhas.

Por isso, é necessário que as escolas estejam prontas para essas demandas ou prontas a se adaptarem a elas, por meio do desenvolvimento de práticas pedagógicas que melhorem a qualidade do processo ensino-aprendizagem adaptando-o às novas gerações, o que é amplamente discutido na educação.

Nesse sentido, os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNs+ (MEC/SEMTEC, 2002), documentos que visam auxiliar o professor no cotidiano das práticas pedagógicas, apontam para a necessidade do ensino

contextualizado e interdisciplinar. Essa necessidade ganhou ênfase com o surgimento da Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2018).

Sabe-se que os livros, as revistas, as aulas teóricas e as conferências fornecem uma sólida base, porém a assimilação verdadeira dos conhecimentos ocorre quando as teorias são colocadas em prática (GOMES, 2015).

Essa contextualização, interdisciplinaridade, assimilação e prática das teorias, podem ganhar força com o desenvolvimento de feiras ou mostras, visto que estas possibilitam a elaboração de um trabalho que enriquece o currículo, tanto para os alunos, quanto para o corpo docente.

Justifica-se, assim, o planejamento e a execução de feiras ou mostras de ciências, de arte e de cultura, pois essas atividades conjuntamente apresentadas atraem um público eclético e promovem a interdisciplinaridade contextualizada, além de desenvolver no corpo discente a autonomia para trabalhos independentes que vai além do conteúdo curricular rígido ou mínimo. Ou seja, proporciona-se pesquisar e conhecer algo além do currículo formal, colaborando na formação holística do aluno-cidadão.

Assim, acredita-se que a realização de projetos que envolvam pesquisas realizadas pelos estudantes da formação básica, para apresentação nessas feiras ou mostras, sejam elas de Ciências da Natureza, Ciências Humanas ou conjuntas, seja uma importante fonte de desenvolvimento de novas competências para os discentes, pois pode levar ao aumento do interesse por temas relacionados a diferentes Áreas do Conhecimento, motivar a busca por informações em fontes confiáveis, aumentar o nível da aprendizagem e o senso crítico sobre sua própria matriz cultural e promover a construção de conhecimentos (descobertas e inventos), o que geralmente não acontece nas aulas convencionais, realizadas no espaço formal, a sala de aula.

Somado a isso, a exposição de trabalhos em público, como obrigatoriamente acontece em feiras ou mostras escolares, contribui para aumentar a criatividade dos estudantes, possibilita interações sociais entre professores, alunos, funcionários e visitantes externos, promove o desenvolvimento cognitivo, o exercício da cooperação, da paciência em lidar com as limitações logísticas e pessoais (sejam as próprias sejam as das pessoas com as quais se é obrigado a interagir).

Colhem-se, então, frutos como autonomia do jovem, uso relevante multidisciplinar de competências obtidas na partição das disciplinas curriculares, troca de conhecimentos, comunicação em outras linguagens, além da

satisfação ao realizar o trabalho que, em última análise, vai contribuir para a formação emocional e social do estudante e até mesmo colaborar na difícil escolha de uma carreira profissional a seguir.

Nesse sentido, surgiu a Primeira Feira de Arte, Cultura, Tecnologia e Ciência – I FACTEC, como uma boa opção para promover a realização de todas ou ao menos, de grande parte de tudo que foi exposto até aqui.

Essa Feira, uma atividade escolar não obrigatória, foi realizada no Colégio Brigadeiro Newton Braga – CBNB, instituição Federal de Ensino, administrada pela Força Aérea Brasileira (FAB), idealizada pelo Professor – Alexandre Ricardo do Carmo – Coronel Aviador da Reserva (R1) da FAB, teve como Coordenadora Geral a Professora Dra. – Jussara Cassiano Nascimento e como Coordenador Pedagógico, do evento, o Professor MSc. – Marcelo Delena Trancoso – Suboficial da Reserva (RF) da FAB.

Esse grupo foi responsável pelo planejamento, organização, montagem e divulgação da I FACTEC, pela confecção de todos os documentos necessários ao bom andamento dos trabalhos e também, pela elaboração das **Orientações Gerais para a I FACTEC** – documento que normatizou a Feira e que, depois de lido e analisado pelo Chefe da Divisão de Ensino (DE), foi encaminhado ao Diretor do CBNB, o Major Brigadeiro R1 – Mauro Fernando Costa Marra, que também analisou o documento, e por considera-lo em conformidade com as intenções e expectativas do Colégio, assinou o mesmo, aprovando dessa forma, a realização da I FACTEC.

Nessas Orientações Gerais para a I FACTEC, estavam descritas as especificidades para que os alunos pudessem escrever seus pré-projetos e projetos, os quais culminariam com a exposição na Feira.

Assim também, foram descritas as atividades próprias das funções dos professores que atuariam junto com os alunos, o cronograma de trabalho e alguns anexos onde constam os modelos dos documentos necessários a participação e organização do evento, tais como os modelos de pré-projeto, projeto, ficha de avaliação, ficha de solicitação de material, dentre outros.

Dessa forma essas Orientações ficaram bastante extensas, pois continham diversas informações necessárias aos alunos, professores, avaliadores e responsáveis pelo suporte logístico.

Para melhor elucidar o leitor, vale destacar aqui alguns tópicos que constaram dessas Orientações e foram fundamentais, pois apontavam para a metodologia empregada na Feira:

(1) Construção de um planejamento, para execução, culminando em apresentação ao público do tema interdisciplinar/transdisciplinar escolhido livremente, integrando às seguintes Áreas de Conhecimento:

- Arte e Cultura (A&C);
- Ciência da Natureza e suas Tecnologias (CNT); e
- História da Ciência (HC).

(2) Desenvolvimento e protagonismo do estudante por meio da pesquisa, investigação e socialização dos resultados dessas pesquisas, as quais seriam apresentadas por eles à comunidade escolar, proporcionando a difusão do conhecimento, estimulando e despertando um maior interesse pela escola, inclusive com melhoria da aprendizagem, além da consolidação dos professores como mediadores do conhecimento.

(3) Desenvolvimento nos estudantes das seguintes capacidades:

- Expressão, manifestação e apreciação pessoal afetiva sobre o que é bom, belo, justo, verdadeiro e suas contraposições (Arte).
- Identificação e exposição de valores por meio de tradições, modelos de vida, formas de expressão e suas caricaturas (Cultura).
- Observação de um objeto, tendo por finalidade se chegar a uma conclusão sobre um problema, de acordo com a adoção de um método (Ciência).
- Criação de objetos, novos modelos ou novos empregos de objetos, modelos e técnicas a fim de romper obstáculos aos anseios humanos (Tecnologia).
- Identificação e exposição manifestações humanas que proporcionaram transformações no ambiente, nas comunidades e no ser humano (História da Ciência).

(4) Composição de quatro comissões formadas por professores do CBNB que visavam a participar das montagem, organização e avaliação do evento, cada uma com suas respectivas atribuições. São elas: Comissão Organizadora; Comissão de Professores das Áreas de Conhecimento; Comissão Avaliadora e Comissão de Ética.

(5) Delimitação do número de grupos participantes na fase da exposição (50 grupos), subdivida nas três Áreas de Conhecimento; e delimitação do número de membros de cada grupo de três a cinco alunos. Esses grupos deveriam escolher obrigatoriamente um Professor Orientador e, de forma opcional, a critério de cada grupo, um segundo Professor como Coorientador.

(6) Participação de todos os segmentos do CBNB, com abertura de dez vagas para a preponderância temática (arte, cultura, tecnologia, ciência), sendo quarenta grupos para o EM, cinco grupos do Ensino Fundamental II, perfazendo 45 grupos. Os outros cinco grupos seriam da parte do Ensino Fundamental I que, devido as especificidades próprias dessa etapa pedagógica, poderiam ser de qualquer uma daquelas áreas temáticas, sob regras mais flexibilizadas, de acordo com a Comissão de Professores das Áreas de Conhecimento.

(7) Organização em três etapas, cada uma realizada em um trimestre, visando que os alunos desenvolvessem a capacidade de planejar suas atividades, de pesquisar e de criar e montar roteiros e figurinos, modelos e ambientes de exposição temática ao longo do ano letivo. Assim, na primeira etapa (primeiro trimestre) os grupos escreveram o pré-projeto, que foi avaliado por um grupo de professores do CBNB – Comissão de Professores das Áreas de Conhecimento – e os aprovados, passaram para a segunda etapa (segundo trimestre). Nessa, baseado no pré-projeto, os alunos prepararam o projeto, o que também se submeteu a uma nova avaliação pela mesma Comissão. Com a aprovação dos projetos os grupos seguiam para a terceira etapa (terceiro trimestre), quando partiriam para a execução de uma apresentação ao público, sob o crivo de avaliadores externos e internos, convidados dos Organizadores da Feira.

(8) Avaliação realizada pela Comissão Avaliadora, composta por 15 professores convidados que poderiam ser professores do CBNB, desde que não tivessem a função de Orientador ou Coorientador de trabalhos, ex-professores do CBNB, ex-alunos do CBNB, desde que já graduados e professores convidados de outras Instituições de Ensino. Essa avaliação foi realizada empregando ficha de avaliação própria para o evento.

(9) Indicação pelos alunos de até três disciplinas, cujo conteúdo compusesse obrigatoriamente seus trabalhos, para receberem pontuações na média trimestral, em cada uma delas, nas três etapas da Feira. Assim, na primeira etapa os alunos que tiveram seus pré-projetos aprovados receberam 1,0 ponto; na segunda etapa os projetos aprovados receberam 0,5 ponto; e na avaliação final, receberam até 1,5 ponto, nas disciplinas que indicaram.

(10) Formação de uma Comissão de Ética que visava avaliar e propor soluções para os casos omissos, não contemplados nas Orientações Gerais para I FACTEC e resolver problemas de ambiguidade ou contradição

de normas, que surgissem durante a realização de qualquer uma das três etapas do evento.

(11) Consolidação, formalização e ampliação, da já tradicional Feira de Ciências do CBNB, realizada há muitos anos e que nos anos de 2022 e 2023, passou a ser chamada de Mostra Estudantil de Ciência, Tecnologia e Inovação – MECTI, juntamente com a também tradicional, Mostra de Arte e Cultura.

(12) Promoção dos projetos e trabalhos extracurriculares já desenvolvidos há anos no CBNB, por alguns professores, junto ao corpo discente e, além desses, outros trabalhos multidisciplinares e transdisciplinares, elaborados exclusivamente para a Feira, para a comunidade escolar.

(13) Promoção da inclusão de alunos com necessidades especiais em grupos de trabalhos temáticos, como forma de demonstrar a capacidade de integração laborativa desses alunos e as soluções pedagógicas de interação.

Pelo que foi apresentado até aqui e considerando que uma das finalidades da escola é contribuir para a formação integral do aluno, acredita-se que a implementação da I FACTEC contribuiu para o autoconhecimento do aluno, introduzindo-o em um ambiente de pesquisa, com uma rotina diferenciada, graças à montagem e à exposição oral dos seus próprios feitos.

Acreditando no potencial de uma nova organização de evento expositivo, os organizadores e toda equipe apoiadora iniciaram em março de 2024 a ampla divulgação da I FACTEC junto aos docentes e discentes do CBNB, tanto nas formaturas semanais quanto nas turmas de aulas. Em 23 de outubro de 2024, Dia do Aviador e da Força Aérea Brasileira, foi realizada a última etapa da I FACTEC.

Visando dar maior representatividade a I FACTEC, o Coordenador Pedagógico, Professor MSc. – Marcelo Delena Trancoso – SO RF, criou um logotipo (figura 1), onde destacou as três Áreas de Conhecimento que compõem a Feira e suas respectivas disciplinas.

Figura 1 – Logotipo da I FACTEC



Fonte: Arquivo do autor, TRANCOSO, M. D., 2024.

O logotipo passou a ser a identidade visual, com um significado autoelucidativo, comunicando seus valores ao público participante e contemplativo, e diferenciando a Feira por uma marca própria que ficará para a história do CBNB e nos próximos eventos da FACTEC.

Assim, o logotipo conta com a chave de sol e a bailarina, que representam a presença na I FACTEC, da Arte e Cultura; o raio, a estrutura do DNA e o átomo, indicam a presença da Ciência da Natureza e suas Tecnologias; a equação representa a presença da matemática; os livros indicam a pesquisa, o estudo e a participação da História da Ciência; a lâmpada representa o conhecimento. Todos estão colocados dentro de um Erlenmeyer – recipiente muito empregado em Laboratórios de Química no qual podem ser realizadas pequenas reações químicas ou misturas de substâncias – indicando que a Feira é uma grande mistura de áreas de conhecimentos, estudos, pesquisas e aprendizados.

Essa mistura resultou na I FACTEC, motivo pelo qual o nome “I FACTEC” aparece escrito na saída do Erlenmeyer.

Além disso, no logotipo constam também, o símbolo do CBNB e da Diretoria de Ensino da Aeronáutica – DIRENS, órgão responsável pelo Colégio, e também o ano (2024) que marcou a realização da I FACTEC.

Finalizando, o logotipo contém um círculo em azul ultramar, cor que simboliza a Força Aérea Brasileira, e cuja figura geométrica que envolve todas as figuras, devido à sua forma contínua e sem interrupções é frequentemente associada a totalidade, pode também representar a unidade, a integração, movimento, progresso e transformação, que é o que todos os envolvidos na organização da I FACTEC, esperam, desejam levar aos estudantes.

## A I FACTEC em números

Na primeira etapa da Feira – Elaboração dos Pré-projetos – foram recebidos 70 pré-projetos. Após a avaliação pela Comissão de Professores das Áreas de Conhecimento, 64 foram aprovados para a segunda etapa.

Participaram dessa primeira etapa 36 professores (orientadores ou coorientadores) e 316 alunos que correspondem a cerca de 28,7% dos alunos do Colégio.

Na segunda etapa – Elaboração dos Projetos – daqueles 64 pré-projetos aprovados, foram entregues 55 projetos. Nove grupos desistiram por vontade própria, de participar do evento, visto que não entregaram seus projetos até a data prevista, mesmo esta sendo prorrogada em uma semana.

Assim, a Comissão de Professores das Áreas de Conhecimento, analisou e avaliou os 55 projetos recebidos e aprovou 50 destes para a exposição em 23 de outubro.

Durante essa análise e avaliação, nessa segunda etapa, a Comissão supracitada selecionou os 10 projetos mais bem escritos, mais completos e bem estruturados, para comporem este livro, que pretende registrar parte da história da I FACTEC.

Na terceira etapa da I FACTEC – Exposição dos projetos – participaram 28 professores e 206 alunos.

Todos esses participantes receberam certificados com o número de horas trabalhadas.

Infelizmente dois grupos não participaram, ficando a apresentação final com 48 trabalhos.

Ao final da exposição, a Comissão Avaliadora entregou ao Coordenador Pedagógico da Feira, as fichas de avaliação, para que fosse feita a análise e a identificação dos três projetos com maiores pontuações.

Analizadas as referidas fichas, foi possível concluir que dois grupos ficaram empatados no terceiro lugar.

Dessa forma a I FACTEC teve premiados os quatro trabalhos relacionados abaixo, que receberam medalhas e certificados, em formatura geral realizada no CBNB.

- 1º lugar: Marte em miniatura: Terraformação em pequena escala (Segundo ano EM).

- 2º lugar: Educação na Programação (Terceiro ano do EM).

- 3º lugar: Determinação da acidez do mel (Primeiro ano do EM).
- 3º lugar: Heróis da Ciência: Uma peça teatral (Terceiro ano do EM).

Ao término da I FACTEREC a Comissão Organizadora se reuniu para avaliar o evento, sendo constatado que os trabalhos foram de bom nível acadêmico, o que já havia sido identificado em um primeiro momento pela Comissão de Professores das Áreas de Conhecimento e pela Comissão Avaliadora, aumentando assim a responsabilidade da Direção do Colégio no sentido de manter o evento dentro dos moldes e formalização propostos, para buscar melhores resultados futuros.

Nessa mesma reunião, foi definido que os alunos dos dois grupos que faltaram a exposição, não participariam da II FACTEREC, pois a falta de ambos impediu a participação de outros grupos de alunos.

Em virtude da I FACTEREC ter sido considerada um importante evento para os alunos, professores e para a comunidade escolar de um modo geral, a Direção do CBNB resolveu dar continuidade a esse trabalho, com a realização da II FACTEREC.

Além disso, foi acertado ainda, que embora a I FACTEREC tenha sido um grande evento, a Feira necessita de alguns poucos e pequenos ajustes, visando facilitar o desenvolvimento dos trabalhos de montagem e exposição. Com isso a Comissão Organizadora da II FACTEREC, fará os ajustes necessários para o documento Orientações Gerais para a II FACTEREC, que normatiza a segunda edição da FACTEREC.

Dessa forma, foi definido que a II FACTEREC acontecerá no dia 27 de setembro de 2025, data em que será realizado também, o lançamento do livro com a história da I FACTEREC.

## O livro da I FACTEC

Como explicado anteriormente, a Comissão de Professores das Áreas de Conhecimento, responsável pela avaliação dos pré-projetos e projetos, após avaliar atentamente os 55 projetos recebidos, selecionou 50 deles, para a exposição e dentre esses, selecionou também, os dez projetos considerados mais bem elaborados para integrarem o livro da I FACTEC.

Entretanto, como a quase totalidade dos projetos apresentados na evento, foram da área de CNT e a Feira envolveu três Áreas de Conhecimento, a Coordenação da I FACTEC julgou que todas as Áreas deveriam ter ao menos um trabalho no livro.

Assim, foi selecionado um décimo primeiro projeto, o único apresentado na Feira que envolveu essas três Áreas, passando dessa forma, o livro a conter 11 projetos.

Definidos esses trabalhos, a Comissão Organizadora da Feira, que também é responsável pela organização deste livro, elaborou uma autorização para que os responsáveis pelos alunos integrantes desses onze grupos assinassem, indicando que estes autorizam que os nomes dos estudantes pelos quais são responsáveis, todos menores de idade, fossem mencionados no presente livro.

No entanto, como alguns estudantes não entregaram a referida autorização no prazo previsto, a Comissão Organizadora, compreendendo o desejo dos responsáveis de não terem os nomes de seus filhos menores divulgados no livro, deixou de lançá-los na presente edição.

Com isso, alguns artigos possuem grupos com menos de três integrantes, contrariando assim, o que foi explicado no item (5) ou seja, que todos os grupos de alunos teriam que possuir de três a cinco integrantes.

Dessa forma, o leitor terá acesso apenas aos nomes dos membros participantes maiores – Professores Orientadores e Coorientadores – e dos membros participantes menores, devidamente autorizados por seus respectivos responsáveis.

Por tudo que foi apresentado até aqui, por todo trabalho e empenho na preparação desse livro, a Comissão Organizadora da I FACTEC, espera que o amigo leitor tire o máximo proveito e possa até mesmo empregar e/ou aperfeiçoar alguns desses onze trabalhos de destaque acadêmico, que serão apresentados ao longo das próximas páginas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018. Disponível em: < <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase>>. Acesso em: 22 fev. 2024.

GOMES, M. S. S. Projeto Didático. Feira de Ciências: ciência, cultura e tecnologia – tudo a ver. Instituto João Siqueira de Figueiredo, Conceição/PB, 2015. Disponível em: <<https://www.construirnoticias.com.br/feira-de-ciencias-ciencia-cultura-e-tecnologia-tudo-a-ver/>>. Acesso em: 24 fev. 2024.

KAWAMURA, M.R.D.; HOSOUME, Y. A Contribuição da Física para um novo ensino médio. Física na Escola, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 22-27, 2003. Disponível em: <<https://www.sbfisica.org.br/fne/Vol4/Num2/v4n2a09.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2024.

Ministério da Educação e do Desporto (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (SEMTEC). PCN + Ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.



# PREFÁCIO

A palavra “pesquisa” tem origem no latim com o verbo “perquirir”, que significava procurar; buscar com cuidado; procurar em toda parte; informar-se; inquirir; perguntar; indagar bem; aprofundar na busca (BAGNO, 2007).

Caro leitor, este primeiro volume que inclui os onze principais trabalhos de pesquisa apresentados e selecionados na Primeira Feira de Arte, Cultura, Tecnologia e Ciência (FACTEC), realizada no dia 23 de outubro de 2024, no Colégio Brigadeiro Newton Braga (CBNB), onde os alunos apresentaram fisicamente seus projetos e onde, também, foram avaliados quanto aos resultados proposto e apresentados.

Na Feira, dos 70 pré-projetos recebidos, 48 projetos foram expostos para apresentação ao público e análise dos avaliadores, 36 professores (orientadores ou coorientadores) e 316 alunos participaram da primeira à última fase.

Neste contexto, a FACTEC busca, como objetivo, desenvolver nos alunos importantes capacidades, como: expressar, manifestar e apreciar afetivamente o que é bom, belo, justo, verdadeiro e suas contraposições (Arte); identificar e expor valores por formas, meio de tradições, modelos de vida, formas de expressão e suas caricaturas (Cultura); observar um objeto, a fim de chegar a uma conclusão sobre um problema, adotando um método (Ciência); criar objetos, novos modelos e novos empregos de objetos, modelos e técnicas a fim de romper obstáculos aos anseios humanos (Tecnologia); e identificar e expor manifestações humanas que proporcionaram transformações no ambiente, nas comunidades e no ser humano (História da Ciência); além de mostrar a importância de se desenvolver no jovem, desde cedo, o conhecimento e o interesse pela pesquisa.

Ao longo desta publicação você encontrará temas mais voltados para as áreas de Ciência e Tecnologia, que foram selecionados para ficarem

registrados na história deste importante projeto e, ao mesmo tempo, demonstrar a evolução dos trabalhos desenvolvidos por alunos do Ensino Médio do colégio, provando a importância da iniciação, cada vez mais precoce, dos discentes, aprendendo a buscar respostas e a inovar em temas ainda pouco conhecidos.

No texto você encontrará títulos que, com certeza, surpreenderão você com profundidade nos quais foram abordados, incluindo partes importantes da pesquisa, demonstrando como foram explorados:

- Como enxergar sua própria voz.
- Educação na programação.
- Determinação da acidez do mel.
- Decomposição da luz branca.
- Chuva ácida: formação, consequências e prevenções.
- Construção de foguete e extintor de incêndio caseiro à base de ácido acético e bicarbonato de sódio.
- Heróis da Ciência: uma peça teatral.
- Investigação forense de drogas em rodovias.
- Desvendando os mistérios cósmicos: uma jornada pelo planetário na origem dos planetas e na formação da vida.
- Estudo sobre a absorção de medicamentos orais no copo humano.
- Drogas: efeitos, tráfico e química forense.

Vê-se que os assuntos poderiam facilmente ser temas de graduação ou pós-graduação, mas foram investigados, como já dito, por alunos do Ensino Médio incentivados e orientados por seus professores e que, com toda certeza, renderão novas pesquisas no futuro próximo. A importância do projeto é indiscutível e a sua continuidade primordial para o desenvolvimento dos alunos.

Delicie-se com esta leitura que, sem dúvida, acrescentará conhecimentos importantes e que, por vezes, serão totalmente desconhecidos.

***Major-Brigadeiro Intendente R1 Mauro Fernando Costa Marra***  
***Diretor do Colégio Brigadeiro Newton Braga***

# Capítulo 1

## HERÓIS DA CIÊNCIA: UMA PEÇA TEATRAL

Ana Júlia Borges da Costa

Camila Melo Nogueira

Laila da Encarnação Reges

Luma Barbosa Batista

Mayara Garcia Dias

Marcelo Delena Trancoso

### RESUMO

Este trabalho consiste em uma encenação teatral sobre a História da Ciência, onde destacaremos os experimentos realizados por Niels Bohr, Francesco Redi e Marie Curie, que consideramos fundamentais para o desenvolvimento de tecnologias e teorias atuais. Buscamos mostrar a importância desses pesquisadores e suas descobertas, tornando a ciência mais acessível e interessante ao público. Através de representações teatrais que apresentamos a nossa comunidade escolar, tanto das teorias, quanto dos experimentos, o trabalho procurou elucidar de forma clara e prazerosa, as contribuições desses três pesquisadores para as ciências naturais. Desde o Teste de Chama, empregado por Bohr em suas pesquisas, até a Teoria da Biogênese de Redi e a descoberta da radioatividade por Marie Curie, cada ato da nossa peça teatral buscou envolver os espectadores e despertar o interesse pela ciência, apresentando de maneira dinâmica e visualmente atrativa as descobertas que moldaram nosso entendimento do mundo. Com a presente representação teatral procuramos, além de levar conhecimento e inspirar o público, proporcionar uma breve introdução à vida e ao legado desses cientistas.

**Palavras-chave:** Atomística. Biogênese. Radioatividade.

## INTRODUÇÃO

Neste trabalho, apresentamos uma pequena parte da História da Ciência, onde contamos, mais especificamente, sobre as pesquisas, o desenvolvimento e os experimentos que foram realizados por Niels Bohr, Francesco Redi e Marie Curie (figura 1).

Esses pesquisadores foram responsáveis, respectivamente, pela descoberta do modelo atômico atual, da biogênese e da radioatividade.

Consideramos que os feitos realizados por esses três cientistas, foram fundamentais para o desenvolvimento de diversas tecnologias que são empregadas cotidianamente pela humanidade até os dias atuais, como mostraremos ao longo das próximas páginas do presente trabalho.

Figura 1 – Retratos dos pesquisadores



Niels Bohr



Francesco Redi



Marie Curie

Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/>

### NIELS HENRIK DAVID BOHR (1885-1962)

Nascido em Copenhague, Dinamarca, foi um físico que através de suas pesquisas deixou contribuições fundamentais que possibilitaram o entendimento da Estrutura Atômica e da Mecânica Quântica.

Dentre essas contribuições, o físico consolidou o Modelo Atômico Rutherford-Bohr que conhecemos atualmente, que conferiu a ele o Prêmio Nobel de Física em 1922 e serviu de base para o desenvolvimento da física nuclear (FRAZÃO, 2024).

Bohr analisou as condições necessárias para que um sistema de elétrons atingisse estabilidade mecânica e assim, em 1913, lançou seus postulados, conhecidos como “Postulados de Bohr” (OLIVEIRA, et al, 2013, p. 350).

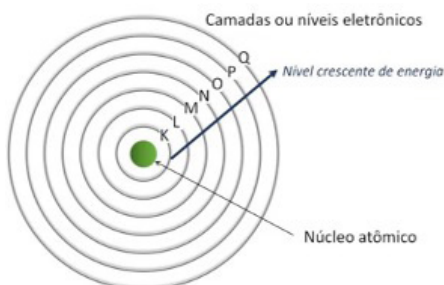
No modelo descrito por ele, os elétrons estão distribuídos em camadas quantizadas (níveis quantizados) ou seja, possuem valores específicos de energia, e nelas se movem sem perder energia.

A “quantização de energia” foi um conceito definido em 1900, pelo físico alemão Max Karl Ernst Ludwig Planck (1858-1947), um dos fundadores da Teoria Quântica, para descrever o fenômeno da emissão e absorção de energia por um corpo em função da temperatura (Ibid., p. 288).

Niels Bohr aplicou esse conceito ao estudo do comportamento do espectro de emissão do hidrogênio e observou os comprimentos de onda da luz emitida pelos gases quando submetidos a corrente elétrica.

O físico propôs que os átomos são compostos por camadas eletrônicas circulares (figura 2), que estas são mais energéticas conforme a distância do núcleo do átomo e que os elétrons nelas presentes, podem mudar de camada através do “salto quântico”, também chamado de “transição eletrônica atômica”, quando absorvem ou liberam energia.

Figura 2 – Camadas eletrônicas do Átomo de Bohr



Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/camada-valencia.htm>.

Assim, quando um átomo recebe energia na forma de calor, por exemplo, os elétrons acumulam 1 quantum de energia e “saltam” de uma camada mais interna para uma camada mais externa. Quando voltam ao seu estado original ou seja, quando retornam da camada mais externa para a camada mais interna, os elétrons liberam a mesma quantidade de energia (1 quantum) que acumularam.

Entretanto, nesse retorno, a quantidade de energia liberada pelos elétrons (1 quantum) ocorre na forma de luz – 1 fóton – ou seja, um quantum isolado de luz, também chamado de “quantum luminoso” (Ibid., p. 752).

Como é possível observar na figura 2, Bohr propôs a existência de sete camadas que foram nomeadas pelas letras K a Q, sendo a camada K a menos energética, e a camada Q aquela com maior energia, possuindo cada uma dessas camadas, um número máximo de elétrons (MAGALHÃES, 2024).

Estudos posteriores concluíram que os elétrons existentes nas sete camadas propostas por Bohr, eram distribuídos ao longo de quatro subníveis de energia, que foram nomeados por s (sharp); p (principal); d (diffuse) e f (fundamental), em 1919, por Arnold Johannes Wilhelm Sommerfeld (1868-1951) um físico inglês (FERREIRA, 2024).

Em 1924, o físico britânico Edmund Clifton Stoner (1889-1973) propôs que cada um desses quatro subníveis, possui um número máximo de elétrons, concluindo que esses números são s: 2 elétrons; p: 6 elétrons; d: 10 elétrons e f: 14 elétrons (FERREIRA, 2024).

O quadro 1, mostra o número de elétrons por camadas, definido por Bohr, os subníveis de energia e também, a Distribuição Eletrônica que é a representação da distribuição de elétrons por subníveis, em ordem crescente de energia. Esse modo de distribuição é atribuído ao químico quântico e bioquímico estadunidense, Linus Carl Pauling (1901-1994). Entretanto, alguns autores atribuem sua criação a Erwin Madelung (1881-1972), um físico alemão (FONSECA, 2013, p. 173), outros ao cientista chinês Pao-Fang Yi (SILVA et al 2021, p. 171) e outros ao próprio Niels Bohr (Ibid., p. 179).

Quadro 1 – Número de elétrons por camadas

| Camadas Eletrônicas | Nível | Número máximo de elétrons | Distribuição Eletrônica |                 |                  |                  |
|---------------------|-------|---------------------------|-------------------------|-----------------|------------------|------------------|
| K                   | 1     | 2                         | 1s <sup>2</sup>         |                 |                  |                  |
| L                   | 2     | 8                         | 2s <sup>2</sup>         | 2p <sup>6</sup> |                  |                  |
| M                   | 3     | 18                        | 3s <sup>2</sup>         | 3p <sup>6</sup> | 3d <sup>10</sup> |                  |
| N                   | 4     | 32                        | 4s <sup>2</sup>         | 4p <sup>6</sup> | 4d <sup>10</sup> | 4f <sup>14</sup> |
| O                   | 5     | 32                        | 5s <sup>2</sup>         | 5p <sup>6</sup> | 5d <sup>10</sup> | 5f <sup>14</sup> |
| P                   | 6     | 18                        | 6s <sup>2</sup>         | 6p <sup>6</sup> | 6d <sup>10</sup> |                  |
| Q                   | 7     | 8                         | 7s <sup>2</sup>         | 7p <sup>6</sup> |                  |                  |

Fonte: Elaborada pelos autores com base em <https://www.todamateria.com.br/camada-de-valencia/>

Quando previu as quantidades de elétrons por camada, Bohr julgou que a camada sete (Q) tivesse somente dois elétrons. Entretanto, com o avanço das pesquisas e a consequente descoberta de novos elementos químicos, foi necessário aumentar o número de elétrons dessa camada, que passou a oito elétrons. Com isso, todos os elementos da Tabela Periódica passaram a ter sua própria distribuição eletrônica.

Como explicamos, o físico chegou a essas conclusões ao estudar o comportamento do espectro de emissão do hidrogênio. Entretanto, o aprofundamento de pesquisas posteriores, possibilitaram a compreensão dos espectros de outros átomos.

### FRANCESCO REDI (1626-1697)

Nascido em Arezzo, Itália, era biólogo, médico e poeta. Foi um dos primeiros cientistas que defendeu a Teoria da Biogênese – Seres vivos são originados de outros semelhantes, se contrapondo à Teoria da Geração Espontânea – Seres vivos podem surgir de matéria não viva. Essa teoria afirmava, por exemplo, que larvas surgiam espontaneamente em cadáveres pelo processo de putrefação (POLLARA, 2024). Para confirmar a teoria que defendia Redi fez o experimento mostrado abaixo (figura 3), que ficou conhecido como o “Experimento de Redi”.

Figura 3 – Experimento de Redi



Fonte: <https://www.todamateria.com.br/experimento-de-redi/>

No experimento, ele colocou pedaços de carne em frascos, cobriu um deles com uma camada de gaze e deixou o outro aberto, permitindo a entrada de seres vivos, como moscas. Em alguns dias, notou o surgimento

de larvas unicamente no frasco descoberto (POLLARA, 2024), concluindo que o surgimento dessas larvas se deu por ovos deixados pelas moscas, e que a carne sozinha não servia como fonte, mas sim como meio para o desenvolvimento da vida. Logo, percebeu-se que todo ser vivo é originado de outro preexistente.

No entanto, a Abiogênese – teoria que afirmava que os seres vivos poderiam se originar de matéria não viva – possuiu defensores por muitos anos mesmo após esse experimento, até ser definitivamente derrubada pelo cientista francês Louis Pasteur (1822-1895), tornando, assim, a biogênese a teoria aceita para explicar o surgimento de seres vivos.

### **MARIE SKŁODOWSKA-CURIE (1867-1934)**

Nascida em Varsóvia, Polônia, era física e química. Em suas pesquisas sobre a radiação e seus efeitos, notou que o mineral pechblenda (uraninita –  $UO_2$ ), que continha urânio, emitia mais radiação do que esperado. Ela resolveu purificá-lo para verificar sua composição e descobriu nesse mineral dois elementos, posteriormente chamados rádio (Ra) – “rádio” do latim “radius”, significa “raio” ou “feixe de luz” – e polônio (Po), nomeado em homenagem ao local de nascimento da física (ALTMAN, 2021).

Além disso, Marie Curie, formulou a Teoria da Radioatividade, que explicava o processo da emissão de radiação, por certos elementos químicos, com núcleos atômicos instáveis que decaem de forma espontânea, emitindo partículas subatômicas e se decompondo em outros elementos.

Dentre essas emissões estão as partículas alfa ( $2\alpha 4$ ) e beta ( $-1\beta 0$ ) descobertas em 1897, por Ernest Rutherford (1871-1937) um físico neozelandês (MARQUES e CALUZI, 2010); os raios gama ( $0\gamma 0$ ) observados em 1900, pelo físico e químico francês Paul Ulrich Villard (1860-1934) mas nomeados por Rutherford (OLIVEIRA, et al, 2013, p. 99) e os nêutrons ( $0n1$ ) descobertos em 1932, por James Chadwick (1891-1974) um físico inglês (Ibid., p. 93 e 94).

A radioatividade possui diversas aplicações no cotidiano. Na medicina, por exemplo, é utilizada para os exames de raios X, que possibilita a visão de estruturas internas do corpo e na radioterapia, um dos tratamentos para o câncer. Os raios X, foram descobertos em 1895, pelo físico alemão Wilhelm Konrad Roentgen (1845-1923), quando ele trabalhava com a Ampola de Crookes (figura 4), uma aparelhagem criada por William Crookes (1832-1919), pelo físico e químico britânico (MARTINS, 2005, p. 59).

Figura 4 – Ampola de Crookes



Fonte: <https://museufq.webnode.page/products/tubo-de-crookes/>

Devido a essa ampola emitir raios catódicos, Roentgen, percebeu uma luminosidade projetada sobre uma tela coberta com platinocianeto de bário –  $\text{BaPt}(\text{CN})_4$  – um material fosforescente. Ele colocou sua mão entre a tela e a Ampola de Crookes e viu a projeção de seus ossos na tela (NASCIMENTO, 2018, P. 130).

O físico testou a radiação na mão esquerda de Anna Bertha Röntgen (1833-1919), sua esposa usando uma chapa fotográfica (Ibid., p. 134), e produziu a primeira imagem de raio-X da história (figura 5). Ele concluiu que a luminosidade eram raios, que não carregavam massa ou carga elétrica e chamou-os de raios X.

Figura 5 – Primeira imagem de raio X



Fonte: <https://museuweg.net/blog/tag/raio-x/>

O uso de elementos radioativos, como o carbono-14 é útil para determinar a idade de objetos antigos – Datação – pois a quantidade de partículas desse elemento presentes nos tecidos orgânicos, diminui com um ritmo constante com o passar do tempo. Assim, examinando os níveis desse elemento é possível estimar o tempo decorrido de pinturas pré-históricas, múmias, artefatos instrumentais, fósseis, dentre outros (RIBEIRO, 2015).

O trabalho de Marie Curie, foi fundamental na elaboração das Leis da Radioatividade, que sistematizam o processo de desintegração radioativa e também o conceito de meia-vida, que é o tempo necessário para que metade de uma amostra radioativa se desintegre.

Sabendo disso, resolvemos desenvolver este trabalho, que visa mostrar a importância das produções desses pesquisadores para a sociedade, divulgar conhecimentos e curiosidades sobre a ciência e também, despertar o interesse e a curiosidade do público em geral que assistir nossas apresentações.

A ciência, frequentemente vista como monótona devido ao modo como é ensinada no período escolar, na verdade, desempenha um papel crucial no avanço da humanidade.

Através de uma abordagem diversificada e didática, esse trabalho pretende colaborar para desmistificar conceitos complexos e demonstrar como as descobertas e inovações resultantes das pesquisas científicas impactam positivamente no nosso dia-a-dia.

Ao valorizar o trabalho dos pesquisadores e tornar a ciência mais atrativa e compreensível, esperamos incentivar uma apreciação mais profunda e uma maior participação da nossa comunidades escolar no mundo científico.

## **OBJETIVO**

Destacar a importância da experimentação e as descobertas dos cientistas Bohr, Redi e Marie Curie, para o avanço da ciência e o desenvolvimento de tecnologias essenciais para a humanidade. Empregar o ramo teatral para explicar de forma clara e simples os experimentos, despertando assim o interesse do público pelas ciências.

## METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho utilizamos uma sala de vídeo, com luminosidade reduzida, um projetor, computador e caixa de som. Devido ao caráter teatral do trabalho, foi preciso estabelecer um horário específico para as apresentações e definir um limite de pessoas por sessão para garantir uma melhor qualidade e organização.

### Parte 1: Niels Bohr

Os fundamentos da física atômica, estudada por Bohr, estão na base do Teste de Chama – Prova de Chama – que pode ser empregado para confirmar a presença de íons metálicos em uma amostra, de acordo com a luz emitida por cada íon.

Sabendo disso, em nosso experimento destacamos como a Teoria de Bohr comprovou o movimento dos elétrons entre as camadas de energia.

Segundo essa teoria, como dissemos anteriormente, os elétrons estão dispostos em camadas circulares específicas, onde cada uma possui um momento angular (quantidade de movimento rotacional) que é sempre um múltiplo inteiro de  $h/2\pi$ , sendo “h” a Constante de Planck que possui valor aproximado de  $6,626 \times 10^{-34}$  Joule por segundo e foi assim denominada em homenagem a Max Planck. Essa constante é definida pela razão entre a energia “E” de um quantum de energia e a sua frequência “f”:  $E = h.f$  (PORTO, 2024).

Isso determina que nem todas as órbitas são permitidas, apenas aquelas que são múltiplas do valor mencionado, algo que a mecânica clássica não previa. Com isso em mente, é possível observar que os cálculos realizados por Bohr auxiliaram na descoberta e na investigação do fenômeno do salto quântico, que será demonstrado experimentalmente, por uma integrante do grupo – a personagem “Cientista Bohr” – durante a encenação.

Materiais necessários para o Teste de Chama:

- Bico de Bunsen.
- Fio metálico.
- Solução de cloreto de sódio (NaCl).
- Solução de cloreto de estrôncio ( $\text{SrCl}_2$ ).
- Solução de cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ).
- Três béqueres.

**Modo de Preparo:**

A integrante caracterizada como “Cientista Bohr” segurou uma ponta de um fio metálico e mergulhou a outra extremidade em uma solução de cloreto de sódio (NaCl). Posteriormente, ela colocou a ponta umedecida na chama do Bico de Bunsen, permitindo observar uma mudança na cor da chama. Em seguida, a experiência foi repetida com soluções de cloreto de estrôncio ( $\text{SrCl}_2$ ) e cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ), que produzirão chamas de diferentes colorações. Durante todo o experimento, a “Cientista Bohr” comentou o que está acontecendo, explicando ao público o motivo das mudanças de cores observadas.

Após a realização do teste por meio de uma performance, a “Cientista Bohr” encenou os cálculos e estudos realizados por Niels Bohr para consolidar sua teoria. Para isso, a aluna caracterizada, utilizou os recursos disponíveis na sala de vídeo, que serviram como suporte visual e auditivo para a apresentação teatral. Dessa forma, foi possível ilustrar de maneira mais clara e didática os conceitos da teoria de Bohr e a importância do salto quântico no estudo da física atômica.

**Parte 2: Francesco Redi**

As teorias sobre a origem da vida foram de suma importância para o desenvolvimento das ciências naturais, especialmente a biologia, pois serviram como ponto de partida para diversas descobertas. No caso de Francesco Redi, representamos teatralmente, como ele comprovou a Teoria da Biogênese. Para isso, utilizamos recursos artísticos para representar o experimento de Redi, visto que a necessidade de um longo tempo de espera entre as etapas do estudo impossibilita a reprodução exata do mesmo.

Materiais necessários para a reprodução do experimento:

- Gaze.
- Massa de modelar.
- Três béqueres.

**Modo de preparo:**

Para moldar pedaços falsos de carne, moscas e larvas, utilizamos massa de modelar. Com isso, representamos os estágios do experimento, colocando os elementos falsos dentro de cada compartimento e explicando

como ocorreu o processo de surgimento da vida.

- Pote 1: Um pedaço de carne descoberto, representando o primeiro estágio do estudo.

- Pote 2: Um pedaço de carne coberto com gaze.

- Pote 3: Um pedaço de carne contendo larvas, indicando o estágio final do pote 1, que após ficar em contato com o meio externo, recebeu os ovos de moscas que levaram ao surgimento das larvas.

Durante a encenação, o experimento foi apresentado em etapas:

- Primeiro Estágio (Pote 1): O pedaço de carne descoberto atrai moscas, que eventualmente depositam ovos, levando ao aparecimento de larvas.

- Segundo Estágio (Pote 2): O pedaço de carne coberto com gaze impede que as moscas depositem ovos, demonstrando que larvas não surgem espontaneamente da carne.

- Terceiro Estágio (Pote 3): O pedaço de carne com larvas mostra o resultado do contato da carne descoberta com as moscas.

Com esses elementos, explicamos de maneira didática e atrativa como Francesco Redi derrubou a teoria de que a vida surgia espontaneamente.

Após a encenação, utilizamos recursos audiovisuais para completar a explicação, mostrando os impactos que o Experimento de Redi gerou no mundo das ciências e como ele serviu de base para outras descobertas, como as de Louis Pasteur (1822-1895), que graças aos estudos da biogênese, criou a técnica de pasteurização – tratamento térmico que elimina os microrganismos termossensíveis existentes no alimento – muito importante no cotidiana.

Esse tratamento consiste em aquecer um alimento a temperaturas menores que 100°C por alguns minutos ou segundos e depois resfriá-lo instantaneamente. De fato, os tempos e as temperaturas irão variar de acordo com alguns fatores, tais como tipo do produto, tipo da embalagem e outros (FISPAL, 2023).

### **Parte 3: Marie Curie**

A cientista foi responsável pela descoberta da radioatividade, uma conquista que lhe rendeu dois Prêmios Nobel. Suas pesquisas, realizadas juntamente com seu marido, o físico francês Pierre Curie (1859-1906), ocor-

reram em um pequeno laboratório em Paris, de maneira independente, ou seja, sem o auxílio de bolsas de pesquisa. Para representar sua história, um narrador iniciou a apresentação com uma breve introdução à vida da física, destacando a importância de suas contribuições para a ciência. Após isso, a “Cientista Marie Curie” entrou em cena, performando o momento em que foram descobertos os elementos Rádio e Polônio enquanto refinava um minério no seu laboratório. Para representar esse momento, utilizamos elementos cinematográficos que imitaram a luminescência dos elementos radioativos.

**Materiais necessários:**

- Massa de biscuit.
- Pincel.
- Tinta verde fluorescente.

**Modo de Preparo:**

Usando a massa de biscuit, modelamos um formato semelhante ao do elemento rádio em temperatura ambiente que está no estado sólido. Após isso, utilizamos um pincel e a tinta fluorescente, realizamos detalhes no biscuit para que, no escuro, ocorresse a irradiação da luz natural do elemento. Este material foi utilizado pela “Cientista Marie Curie” durante a atuação para simular a luminescência dos elementos radioativos, a qual demonstrou o processo de refinação do minério e a subsequente descoberta dos elementos rádio e polônio.

Posteriormente, a aluna caracterizada utilizou os recursos audiovisuais da sala para transmitir um curto vídeo explicando como elementos podem se tornar radioativos, o qual está disponível no link <https://www.youtube.com/watch?v=ghSKCW-nNx4&t=266s>.

O trecho que foi exibido está entre os minutos 4:26 e 4:48 do vídeo.

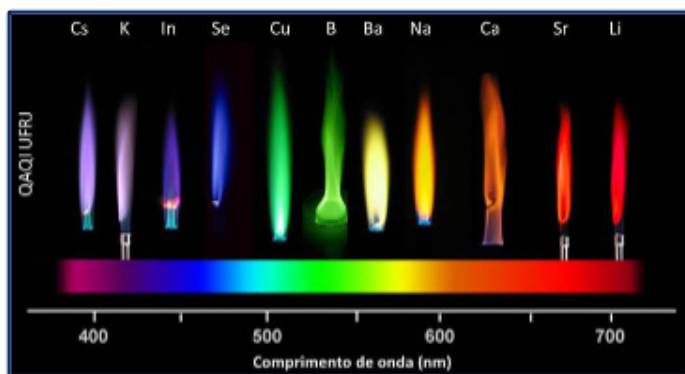
Por fim, encerramos a apresentação com a “Cientista Marie Curie” explicando a importância da descoberta da radioatividade para a atualidade. Ela abordou como a radioatividade contribui para a sociedade em áreas como a medicina, geração de energia, indústria farmacêutica, entre outros. Dessa forma, a apresentação ofereceu uma visão abrangente sobre a vida e as contribuições de Marie Curie, destacando tanto o contexto histórico quanto os impactos modernos de suas descobertas.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Por meio da proposta espera-se tecer uma demonstração teatral e objetiva de três contribuições distintas para a área das ciências naturais.

Na primeira encenação, de Bohr, demonstramos o Teste de Chama (figura 6), no qual o resultado foi a alteração da cor desta (quadro 2), quando em contato com diferentes substâncias. Nesse experimento, o cientista constatou que a queima de sais metálicos promove a passagem dos elétrons de um nível para outro mais energético, resultado da submissão a uma fonte intensa de energia. Posteriormente, o elétron retorna a seu nível inicial acompanhado da liberação da mesma quantidade de energia recebida na forma de ondas eletromagnéticas, percebidas pelos olhos humanos na forma de luz de diferentes tonalidades, a depender da substância aquecida.

Figura 6 – Teste de Chama



Fonte: <https://www.facebook.com/QualitativaInorgUfrj> (Química Analítica Qualitativa Inorgânica – UFRJ)

Quadro 2 – Cor da chama de acordo com o sal

| Amostra           | Cor obtida no procedimento experimental |
|-------------------|-----------------------------------------|
| NaCl              | Amarelo-alaranjado                      |
| CaCl <sub>2</sub> | Vermelho-alaranjado                     |
| SrCl <sub>2</sub> | Vermelho-sangue                         |

Fonte: Adaptado de <https://www.infoescola.com/quimica/aplicacoes-do-teste-da-chama/>

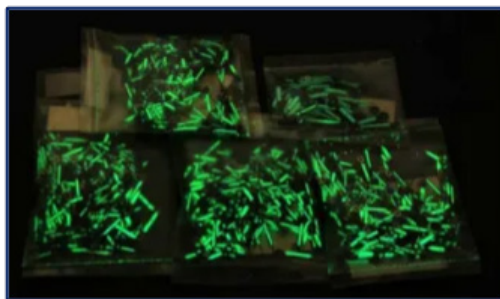
Desse modo, a caracterização, encenação e realização do experimento teve finalidade não somente explicar a parte teórica do fenômeno, mas também demonstrá-lo ao público.

Em seguida, a encenação envolvendo Francesco Redi, ilustrou a formulação da teoria do biogenista por meio de recursos cenográficos que ilustraram seu experimento. Por meios mais simples e puramente cenográficos, a segunda atuação utilizou dos moldes de massa de modelar e dos recursos audiovisuais fornecidos para fazer entender de forma rápida e dinâmica o método e o processo de Francesco em sua descoberta, a Teoria da Biogênese, comprovada pelo aparecimento de larvas unicamente no frasco descoberto de carne, ao passo que o coberto não apresentou surgimento espontâneo de vida.

Finalizando, Marie Curie e a descoberta da radioatividade também foram representadas exclusivamente de forma teatral, com a utilização de recursos visuais e cenográficos, além de uma narração descritiva e contextualizante.

Assim, o resultado foi uma breve introdução à vida da física como importante cientista e sua descoberta a respeito da radioatividade causada pela decomposição atômica e dos elementos Rádio (figura 7) e Polônio.

Figura 7 – Elemento Rádio que será representado teatralmente



Fonte: <https://www.preparaenem.com/quimica/radio-um-elemento-quimico-radioativo.htm>

Com a encenação dos experimentos dos cientistas envolvidos, o projeto buscou informar e ampliar o conhecimento dos espectadores a respeito da história da descoberta da estrutura do átomo, da radiação e da formulação da Teoria da Biogênese.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho abordou três tópicos importantes para a História da Ciência: o Teste de Chama de Bohr, o Experimento de Redi que refutou a teoria da abiogênese e as descobertas de Marie Curie sobre a radioatividade. Cada um desses temas representa um marco significativo no conhecimento científico e teve um grande impacto nas suas respectivas áreas de estudo.

Primeiramente, realizamos o Teste de Chama, experimento que permite identificar elementos químicos a partir da cor da chama que produzem. Embora seja um método simples, é bastante eficaz e tem grande aplicabilidade, podendo ser usado tanto para uma observação colorimétrica quanto para a identificação de cátions metálicos. Além disso, o experimento tem um importante papel no estudo da estrutura atômica e dos espectros de emissão.

Em seguida, discutimos a Teoria da Biogênese, que foi crucial para as discussões a respeito da origem da vida. O experimento realizado por Francesco Redi foi o primeiro a refutar a Teoria da Geração Espontânea, sendo seguido pelos estudos de Louis Pasteur, estabelecendo assim, que a vida surge apenas de outra preexistente. Esta descoberta foi fundamental para o desenvolvimento da microbiologia e teve grandes implicações na medicina e na biotecnologia.

Por fim, exploramos as contribuições de Marie Curie para o estudo da radioatividade. Suas pesquisas pioneiras não apenas identificaram novos elementos, como também abriram caminho para o uso da radiação em diversas áreas, incluindo a medicina e a geração de energia. A coragem e a dedicação da física, em um campo predominantemente masculino, também inspiram gerações de cientistas, principalmente considerando que ela foi a primeira mulher da história a não só ganhar um prêmio Nobel, como ser premiada em duas categorias.

Acreditamos que este trabalho proporcionou ao público da nossa comunidade escolar que assistiu as nossas apresentações, um conhecimento mais aprofundado sobre os temas apresentados de maneira interativa e lúdica, utilizando habilidades da área de linguagens para explicar fenômenos das ciências naturais. Ademais, esperamos que a peça teatral tenha servido para desmistificar as investigações científicas, mostrando como cada experimento e descoberta – por mais que já seja considerado ultrapassado no mundo moderno – contribuiu significativamente para a humanidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTMAN, Max. **Hoje na História: 1902 - Marie e Pierre Curie isolam o elemento rádio**. São Paulo, 2021. Disponível em: <<https://operamundi.uol.com.br/hoje-na-historia/podcast-hoje-na-historia-1902-marie-e-pierre-curie-i-solam-o-elemento-radio/>>. Acesso em: 4 jul. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (SEMTEC). **PCN + Ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase>>. Acesso em: 22 fev. 2024.

FERREIRA, P. H. **Subníveis de Energia**. 2024. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/fisico-quimica/subniveis-de-energia/>>. Acesso em 10 abr. 2024.

FISPAL Tecnologia. **Pasteurização: mitos e verdades sobre esta prática que você deve entender**, 2023. Disponível em: <<https://www.foodconnection.com.br/laticinios/pasteurizacao-mitos-e-verdades-sobre-esta-pratica-que-voce-deve-entender>>. Acesso em: 2 jul. 2024.

FONSECA, Martha Reis Marques da. **Química: ensino médio / Martha Reis**. -- 2. ed. -- São Paulo : Ática, 2016, v. 1.

FRAZÃO, DILVA. **Biografia de Niels Bohr**, 2024. Disponível em: <[https://www.ebiografia.com/niels\\_bohr/](https://www.ebiografia.com/niels_bohr/)>. Acesso em: 7 abr. 2024.

GOMES, M. S. S. **Projeto Didático**. Feira de Ciências: ciência, cultura e tecnologia – tudo a ver. Instituto João Siqueira de Figueiredo, Conceição/PB, 2015. Disponível em: <<https://www.construirmoticias.com.br/feira-de-ciencias-ciencia-cultura-e-tecnologia-tudo-a-ver/>>. Acesso em: 24 fev. 2024.

MAGALHÃES, Lana. **Modelo Atômico de Bohr**. Toda Matéria, [s.d.]. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/modelo-atomico-de-bohr/>>. Acesso em: 1 ago. 2024.

MARQUES, D. M. e CALUZI, J. J. O Experimento de Ernest Rutherford e Thomas Royds sobre a natureza das partículas alfa: Contribuição para o Ensino de Química. **XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ)** – Brasília, DF, Brasil – 21 a 24 de julho de 2010. Disponível em: <<https://www.s bq.org.br/eneq/xv/resumos/R0433-1.pdf>>. Acesso em: 2 jul. 2024.

MARTINS, Wilson Denis. Wilhelm Conrad Roentgen e a descoberta dos Raios-X. **Rev. de Clín. Pesq. Odontol.**, v.1, n.3, jan./mar. 2005. Disponível em: <<https://periodicos.pucpr.br/oralresearch/article/download/22893/21995>>. Acesso em: 2 ago. 2024.

NASCIMENTO, Marcio Luis Ferreira. **Et cetera**: engenharia, tecnologia e ciência. Salvador: EDUFBA, 2018. 363p. : il.

OLIVEIRA, O. M. M. F.; SCHLÜNZEN JUNIOR, Klaus; SCHLÜNZEN, E. T. M. (Orgs.). et al. **Química**. São Paulo: Cultura Acadêmica: Universidade Estadual Paulista: Núcleo de Educação a Distância, 2013. 779 p. 2 tomos. ISBN 978-85-7983-503-2. (Coleção Temas de Formação, v. 3). Disponível em: <<https://acervodigital.unesp.br/handle/unesp/179774>>. Acesso em: 1 ago. 2024.

POLLARA, Alexandre. **Experimento de Redi**: o que foi e qual sua importância? 2024. Disponível em: <<https://olhardigital.com.br/2024/04/05/ciencia-e-espaco/experimento-de-redi-o-que-foi-e-qual-sua-importancia/>>. Acesso em: 2 jul. 2024.

PORTO Editora. **Constante de Planck na Infopédia [em linha]**. Porto: Porto Editora. [consult. 2024-04-07 03:58:58]. Disponível em: <[https://www.infopedia.pt/\\$constante-de-planck](https://www.infopedia.pt/$constante-de-planck)>. Acesso em: 7 abr. 2024.

RIBEIRO, D. Datação por carbono-14, **Rev. Ciência Elem.**, V3(4):230. 2015. Disponível em: <<https://rce.casadasciencias.org/rceapp/art/2015/230/>>. Acesso em: 10 abr. 2024.

SILVA, A. L. P., VARELA JÚNIOR, J. de J. G., SÁ-SILVA, J. R., & COSTA, H. R. (2021). **Configuração Eletrônica nos livros didáticos de Química do PNLD 2018-2020**: um estudo histórico-conceitual. *VIDYA*, 41(1), 163–183. Disponível em: <<https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/VIDYA/article/view/3720/2759>>. Acesso em 10 abr. 2024.

KAWAMURA, M.R.D.; HOSOUME, Y. A Contribuição da Física para um novo ensino médio. **Física na Escola**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 22-27, 2003. Disponível em: <<https://www.sbfisica.org.br/fne/Vol4/Num2/v4n2a09.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2024.

# Capítulo 2

## INVESTIGAÇÃO FORENSE DE DROGAS EM RODOVIAS

**Carolinne Montenegro Fernandes Alexandres Alves**

**Eduarda Luiza Llort Curval**

**Pedro Costa da Luz**

**Rafaela Perozo Velasques**

**Marcelo Delena Trancoso**

**Warley Pereira Pires**

### RESUMO

Embora seja um assunto de enorme importância, falar sobre drogas é sempre um tema delicado ou mesmo evitado. Porém, a escola é o espaço que pode apresentar os perigos e os prejuízos sociais e econômicos que elas causam. As drogas ilícitas causam vários problemas, já as lícitas podem até aliviar dores de pacientes, mas mesmo assim só podem ser utilizadas sob supervisão e após avaliação médica. Sabendo da importância desse tema, elaboramos este trabalho, no qual empregamos o teste de Marquis, um reagente que identifica o tipo de droga analisada, através da mudança de cor quando em contato com substâncias lícitas, como a morfina, ilícitas como a heroína, ou mesmo do uso cotidiano, como açúcar e aspirina, por exemplo. Após essa mudança, basta comparar a nova cor adquirida com as cores da tabela de Marquis e identificar a substância analisada. Esse teste pode ser empregado, por exemplo, na fiscalização de rodovias, pois, devido a semelhança física entre algumas drogas, não é possível identificá-las apenas visualmente. Assim, iniciamos a pesquisa sobre drogas, preparamos a solução do teste de Marquis, testamos em algumas substâncias lícitas, pois não podemos adquirir drogas ilícitas e, baseado nesse experimento, pretendemos aplicar esse trabalho no Colégio Brigadeiro Newton Braga, pertencente à For-

ça Aérea Brasileira, no qual explicaremos os problemas de saúde causados por algumas drogas lícitas e ilícitas, suas consequências para a sociedade, a economia e a vida, além de, com a prática que realizamos, destacarmos mais uma aplicação das ciências.

**Palavras-chave:** Drogas. Rodovias. Teste de Marquis.

## INTRODUÇÃO

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), droga é qualquer substância não produzida pelo organismo, podendo ser natural ou sintética, que tem a propriedade de atuar sobre um ou mais de seus sistemas, produzindo alterações em seu funcionamento e que, em doses variáveis, pode causar dependência psicológica ou orgânica, sendo também um problema de saúde pública (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009, p. 14).

As drogas têm uma história milenar, com registros de uso em diversas culturas ao redor do mundo. Desde substâncias naturais utilizadas em rituais religiosos e medicinais, até drogas sintéticas desenvolvidas nos últimos séculos, seu uso sempre esteve presente na sociedade humana.

A partir do século XX, no entanto, houve um aumento da demanda por essas substâncias que impulsionou o crescimento do tráfico, uma atividade que envolve a produção, distribuição e venda de drogas ilícitas.

No Brasil, o uso de drogas apresenta um cenário preocupante, pois o país tem enfrentado um aumento no consumo de substâncias ilícitas, predominantemente nas grandes cidades, devido a presença de criminosos e a vulnerabilidade social nas comunidades carentes.

Além disso, o tráfico de drogas é responsável por alimentar redes criminosas, gerar violência e corrupção, além de criar uma economia paralela que afeta a estabilidade de vários países. Especialistas nesse assunto, estimam que o comércio ilícito de drogas movimenta no planeta cerca de 900 bilhões de dólares ao ano, aproximadamente 35% do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil, ou 1,5% do PIB mundial (CORREIO BRAZILIENSE, 2023).

De acordo com uma pesquisa realizada pela Organização das Nações Unidas (ONU), o número de usuários de drogas teve um aumento de 20% em 10 anos, indo para 292 milhões de pessoas em 2022. Para suprir essa grande demanda, redes globais clandestinas de produção e distribuição operam ao redor do mundo (AGÊNCIA BRASIL, 2024).

O Relatório Mundial sobre Drogas de 2023, publicado pelo Escritório das Nações Unidas sobre Drogas e Crime (UNODC), cita que a oferta de drogas ilícitas está atingindo níveis sem precedentes, enquanto as redes de tráfico estão se tornando cada vez mais ágeis e avançadas. Estes desenvolvimentos estão agravando crises globais interligadas e representam um desafio significativo para os serviços de saúde pública e autoridades (UNODC, 2023).

Na América Latina, por exemplo, a produção e o tráfico de cocaína exercem uma influência significativa sobre a política e a segurança nas regiões onde atuam. A tríplice fronteira, formada por Brasil, Colômbia e Peru, é considerada a principal produtora dessa droga, que é consumida predominantemente na América do Norte e na Europa. As rotas de tráfico atravessam diversas fronteiras terrestres e marítimas, envolvendo países de trânsito como Brasil, México e Venezuela (MIRANDA, 2016).

Essa tríplice fronteira está localizada na Região Amazônica (figura 1), tem como cidades fronteiriças Tabatinga (Brasil), Letícia (Colômbia) e Santa Rosa del Yavari (Peru), que são banhadas pelos rios Solimões e Iça (figura 2), dentre outros, que facilitam o escoamento das drogas.

Figura 1 – Mapa da tríplice fronteira Brasil, Colômbia e Peru.



Fonte: ResearchGate, 2024.

Figura 2 – Mapa da tríplice fronteira Brasil, Colômbia e Peru com os rios Solimões e Içá.



Fonte: LNCC, 2024.

Essa localização remota dificulta em muito o fornecimento de cuidados e serviços de tratamento, de recursos ou de Estado de direito a essas populações (UNODC, 2023).

Esse fato afeta diretamente a população local, em sua maioria vulnerável e de baixa renda, onde existem registros de pessoas presas em áreas rurais com alta prevalência de crimes ligados às drogas.

Segundo autoridades peruanas, em 2022 o cultivo das folhas de coca, matéria-prima da cocaína, aumentou em quase 20% em relação ao ano anterior. Situação semelhante a Colômbia, maior produtora mundial de dessa droga, que expandiu a área de cultivo das folhas de coca, em quase 13% naquele mesmo ano. Esse crescimento nessa tríplice fronteira, foi facilitado também pela interrupção das erradicações forçadas durante a pandemia de Covid-19 (UOL, 2023).

Embora sejam realizados diversos esforços na luta antidrogas, os avanços são lentos, permitindo que as drogas deixem um grande rastro de destruição, econômica, material, emocional e física, como veremos a seguir.

## IMPACTOS ECONÔMICOS

As drogas impactam seriamente a vida de milhares de pessoas e a economia mundial. Um dos impactos mais evidentes é o custo elevado com a segurança pública e a justiça criminal, pois os governos são obrigados a investir grandes quantias nessas áreas para combater as atividades relacionadas ao tráfico. Esses recursos poderiam ser redirecionados para outras áreas essenciais, como educação e saúde.

De acordo com as Informações divulgadas pela BBC, em termos globais, as drogas movimentam valores tão elevados que influenciam até o Produto Interno Bruto (PIB). No Brasil, um estudo do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) revela um prejuízo anual de R\$ 50 bilhões, correspondente a cerca de 0,77% do PIB, devido às mortes relacionadas ao transporte de entorpecentes ilegais (IPEA, 2023).

Com essa situação, os investimentos estrangeiros também são prejudicados, já que países com altos índices de violência não são muito atraentes para investidores, o que diminui o capital estrangeiro, essencial para o desenvolvimento econômico e a criação de empregos.

## IMPACTOS SOCIAIS

As drogas estão frequentemente associadas a homicídios, assaltos e diversos conflitos, gerando um ambiente de medo e insegurança, que afeta diretamente a qualidade de vida das pessoas, que passam a viver em constante estado de alerta e tensão.

Um estudo feito pelo IPEA, denominado “Custo de bem-estar social dos homicídios relacionados ao proibicionismo das drogas no Brasil”, com base em dados oficiais, afirma que dos 65 mil assassinatos que aconteceram no Brasil, em 2017, 22 mil (ou 34%) estavam relacionados com entorpecentes ilícitos (CARTA CAMPINAS, 2024).

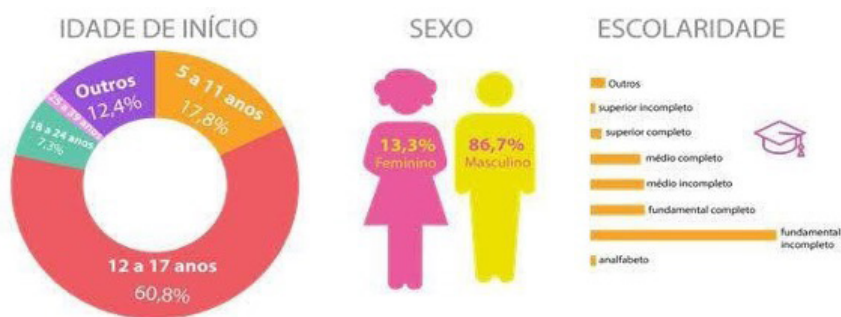
Somado a isso, a educação sofre impactos significativos, pois a violência e a insegurança nas comunidades aumentam os já elevados, índices de evasão escolar e acesso limitado a oportunidades educativas de qualidade, levando a um desempenho acadêmico insatisfatório, comprometendo assim as chances de um futuro melhor.

Outro fator preocupante é a desagregação familiar, pois famílias são destruídas pela dependência química de um ou mais de seus membros, levando a separações, abandono e outros, causando um ambiente familiar

instável que tem efeitos profundos no desenvolvimento emocional e psicológico dos pais (caso, seja o filho, o usuário) e das crianças. A ausência de uma estrutura familiar sólida pode levar a buscar refúgio em gangues ou a se envolver no próprio tráfico de drogas, perpetuando o ciclo de criminalidade.

O Centro de Referência Estadual em Álcool e Drogas (CREAD), da Secretaria de Segurança Pública (Sesp-MG), divulgou dados (figura 3) sobre a idade de início, o sexo e a escolaridade dos consumidores de droga ilícitas (ESTADO DE MINAS, 2017).

Figura 3 – Gráfico de idade de início, sexo e escolaridade dos usuários de drogas.



Fonte: ESTADO DE MINAS, 2017.

Pelo gráfico é possível perceber que a maioria dos usuários tem seu primeiro contato com essas substâncias na pré-adolescência. O CREAD, informou que dos mais de 13 mil atendidos em 2017, mais de 2,3 mil disseram ter experimentado drogas quando crianças (ESTADO DE MINAS, 2017). Essa descoberta aumenta a necessidade urgente de uma intervenção mais eficaz por parte do governo, além disso, da implementação de políticas públicas de prevenção e acompanhamento desses jovens, para evitar que o problema se agrave e se torne uma questão de saúde pública ainda maior.

## EFEITOS NEGATIVOS DAS DROGAS ILÍCITAS E LÍCITAS

O uso de drogas, sejam elas ilícitas ou lícitas, naturais ou sintéticas, é uma das maiores ameaças à saúde pública nos tempos atuais. Essas substâncias podem alterar drasticamente o funcionamento do organismo, levando a uma série de efeitos negativos que variam de acordo com o tipo de droga, podendo ser devastadores, como veremos nos exemplos seguintes.

- Drogas alucinógenas: provocam alucinações e distorção da realidade (ácido lisérgico (LSD), ecstasy).

- Drogas analgésicas: relaxam a musculatura causando sensação temporária de bemestar (morfina, codeína, tramadol).

- Drogas estimulantes: elevam os níveis de atividade motora, deixam a pessoa mais alerta (anfetaminas, cocaína, nicotina, cafeína).

- Drogas hipnóticas: são drogas indutoras do sono (ansiolíticos).

- Drogas inalantes: são solventes que contêm diferentes combinações de substâncias, e que podem provocar danos irreversíveis ao organismo, tais como tolueno, hexano, benzeno, dentre outros (MALLEY, 2022).

Nosso cérebro possui um sistema de recompensa que é ativado quando experimentamos prazer, como ao comer ou beber algo saboroso, receber elogios, etc. As drogas ativam esse sistema de forma intensa e rápida, liberando grandes quantidades de neurotransmissores como dopamina, serotonina e noradrenalina que causa no usuário uma sensação de prazer intenso, euforia, bem-estar. No entanto, com o uso contínuo de drogas, o cérebro se adapta a essa estimulação excessiva, reduz sua sensibilidade aos neurotransmissores, resultando na diminuição do prazer experimentado (HOSPITAL SANTA MONICA, 2018).

Como o usuário necessita manter o prazer elevado que já sentia, ele vai em busca de drogas mais intensas ou em maior quantidade, o que pode levá-lo a crise de abstinência, psicose ou overdose, uma das piores consequências das drogas, já que a maior parte dos casos resulta em danos cerebrais irreversíveis ou até em óbito (HOSPITAL SANTA MONICA, 2018).

A psicose desregula as funções cerebrais, provoca alucinações e delírios. Um surto que necessita de socorro emergencial (MALLEY, 2022).

A crise de abstinência é provocada pela interrupção do uso da droga, quando é iniciado o tratamento de desintoxicação. O organismo sente falta da droga levando o usuário a um estado de torpor mental de difícil controle. Nesse caso, a ajuda profissional, de amigos e familiares, pode reduzir esses problemas colaborando no tratamento (HOSPITAL SANTA MONICA, 2018).

Além desses problemas, as drogas estimulantes aumentam a pressão arterial, causando problemas cardiovasculares como dores no peito, pressão alta, taquicardia, arritmia e trombose, que podem causar embolia pulmonar, derrame e parada cardíacas, sendo a principal responsável pela morte dos usuários (MALLEY, 2022).

As drogas também podem atacar o fígado, causando fibrose hepática, afetando a funcionalidade do órgão; os pulmões, levando a enfise- ma pulmonar, danos nas vias aéreas, asma, edema, hemorragia pulmonar, e pneumonia por infecção ou aspiração (MALLEY, 2022).

Ressaltamos que se o usuário for gestante, as drogas também po- dem afetar o feto, causando aborto instantâneo, parto prematuro, defeitos congênitos e sintomas de abstinência.

Dessa forma, combater esse tipo de crime não é apenas uma ques- tão de segurança, mas também uma medida essencial para proteger a saúde pública, a economia e a ordem social.

Para isso, é importante que haja fiscalização constante não somen- te em portos e aeroportos, mas também nas rodovias, que são os meios de transporte mais empregados no país, logo o que possui mais condições de escoamento de drogas, como veremos a seguir.

## **IMPORTÂNCIA DO COMBATE AO TRÁFICO DE DROGAS EM RODOVIAS**

As rodovias que conectam as vastas regiões do Brasil, são muito utilizadas para o transporte de substâncias ilícitas, representando um desafio para as autoridades. Logo, a fiscalização dessas vias é de grande impor- tância para interceptar essas substâncias antes que cheguem aos grandes centros urbanos, onde o impacto social e econômico é mais acentuado (MA- CHADO, 2009, p. 134).

Em 2023, a Polícia Rodoviária Federal (PRF) apreendeu um total de 707 toneladas de drogas nas vias brasileiras. Deste total, 182 toneladas foram interceptadas em apenas três rodovias: BR-277 (liga o Porto de Pa- ranaguá à Ponte Internacional da Amizade, em Foz do Iguaçu, cruza todo o estado do Paraná), BR-267 (liga os estados de Minas Gerais, São Paulo e Mato Grosso do Sul) e BR-101 (liga Touro – RN a São José do Norte – RS). Esse número representa um aumento de 14% em relação a 2022, quando foram apreendidas 618,4 toneladas de entorpecentes (MAIA, 2024).

Esses dados mostram a importância das ações para combater o transporte de drogas nas rodovias visando proteger a sociedade, pois quan- do esse transporte é interrompido nas estradas, há uma diminuição no fluxo de drogas para áreas urbanas, minimizando suas graves consequências.

Além disso, o uso das rodovias no transporte de drogas poderá resultar em comportamentos imprudentes e perigosos, provocados no intuito

de evitar as fiscalizações, expondo ao perigo e colocando em risco a vida de motoristas e pedestres.

Assim, as estratégias de fiscalização em rodovias devem continuar sendo aprimoradas, com o fortalecimento da vigilância e investimentos em tecnologias, inclusive a de detecção, que possibilite o emprego de novas técnicas de identificação de drogas. Além dos testes presuntivos já empregados, que apesar de permitirem a verificação rápida no local de coleta para orientar exames posteriores, não são métodos precisos, sendo empregados apenas para uma identificação inicial da substância apreendida, necessitando de uma identificação posterior, para não causar problemas judiciais.

Esses testes, em geral, são colorimétricos, ou seja, produzem uma cor ao reagirem com a droga analisada que por comparação com uma tabela de cores, permite sua identificação. A cor resultante pode indicar que o composto pertence a uma determinada classe ou excluir a possibilidade de pertencer a outro grupo de compostos, direcionando o especialista a aplicar um outro teste de forma correta (MESSIAS, 2022, p. 4).

Os testes colorimétricos têm sido muito empregados na toxicologia e na química, desde meados do século XIX, quando foram desenvolvidos testes importantes utilizados ainda hoje, tais como o Teste de Dragendorff, identifica alcalóides como morfina, atropina, cocaína, nicotina, cafeína, ...; Teste de Mandelin, identifica anfetaminas como “rebite”, “bolinha”, ecstasy, ...; Teste de Froehde (identifica LSD, heroína, ...); Teste de Mecke, identifica 2C-B (2,5dimetoxi-4-bromofenetilamina), 2C-I (2,5-Dimetoxi-4-iodofenetilamina), ...; dentre outros e também, o Teste de Marquis que empregamos nesse trabalho e apresentaremos a seguir (MESSIAS, 2022, p. 4).

A utilização de testes colorimétricos tem importante função na proteção da sociedade, pois pode colaborar na interrupção do fluxo de drogas ilícitas e em muito com a Investigação Forense, uma técnica que consiste em coletar, analisar e interpretar evidências em uma investigação criminal, visando obter informações que possam ajudar a desvendar crimes.

## TESTE DE MARQUIS

Desenvolvido em 1896, pelo farmacologista russo Eduard Marquis (1871–1944), durante sua dissertação de mestrado, na Universidade de Dorpat, na Estônia. Sua contribuição à química analítica é significativa, especialmente para a identificação de substâncias controladas. Embora haja pouca

informação sobre a vida de Marquis, o desenvolvimento do reagente, que em sua homenagem recebeu seu nome, permanece importante na análise química preliminar até hoje (WIKIPEDIA, 2024).

O reagente de Marquis é uma mistura de formaldeído ( $\text{CH}_2\text{O}$  – metanal, formalina ou formol) e ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) concentrado, utilizado em um teste simples para identificar drogas ilícitas, principalmente alcaloides, substâncias naturais que geralmente contêm átomos de nitrogênio, tais como morfina e cocaína, e drogas recreativas, como ecstasy, heroína e metanfetamina (MENDES, 2021).

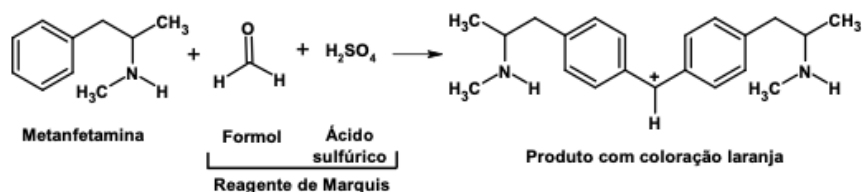
O teste é realizado com uma pequena quantidade da substância a ser analisada e uma gota do reagente. A amostra passa por uma sequência de mudanças de cor e entre 1 a 2 minutos aparece a cor definitiva. A identificação da substância analisada é dada através da comparação entre as cores da tabela de Marquis (figura 4) e a cor resultante do teste.

Figura 4 – Cores resultantes do experimento com o Teste de Marquis.

| Substancia    | <div><div></div><div>0s30-60s</div></div> |
|---------------|-------------------------------------------|
| MDNA/MDA/MDE  | <div><div></div><div></div></div>         |
| ANFETAMINA    | <div><div></div><div></div></div>         |
| Metanfetamina | <div><div></div><div></div></div>         |
| Heroína       | <div><div></div><div></div></div>         |
| Morfina       | <div><div></div><div></div></div>         |
| Codeína       | <div><div></div><div></div></div>         |
| Metilona      | <div><div></div><div></div></div>         |
| Mescalina     | <div><div></div><div></div></div>         |
| Oxicodona     | <div><div></div><div></div></div>         |
| DXM           | <div><div></div><div></div></div>         |
| 2-CB          | <div><div></div><div></div></div>         |
| 2C-I          | <div><div></div><div></div></div>         |
| Ritalina      | <div><div></div><div></div></div>         |
| Aspirina      | <div><div></div><div></div></div>         |
| Açúcar        | <div><div></div><div></div></div>         |

Fonte: Green Power Tabacaria, 2024

Assim, por exemplo, anfetaminas adquirem cor laranja-avermelhada, a morfina cor violeta, metanfetaminas, cor laranja, como mostra a equação química representada a seguir (MENDES, 2021).



O teste de Marquis é uma ferramenta útil em análises forenses e em testes imediatos na triagem inicial de substâncias desconhecidas. No entanto, como os outros testes colorimétricos, seus resultados devem ser confirmados por métodos mais específicos, como cromatografia gasosa ou espectrometria de massa, dada à possibilidade de resultados falso-positivos ou falsonegativos, já que várias substâncias diferentes podem produzir cores semelhantes no teste.

Sabendo disso, desenvolvemos este trabalho, que pretendemos divulgar em nossa comunidade escolar, no qual realizaremos o experimento com o reagente de Marquis e algumas substâncias citadas na figura 4 – Cores resultantes do experimento com o Teste de Marquis – e em seguida explicaremos sobre as consequências causadas pelo consumo de drogas, os danos à saúde e a sociedade, além de destacarmos mais uma aplicação importante das ciências.

## OBJETIVO

### OBJETIVO GERAL:

Mostrar como podem ser realizadas a detecção de substâncias lícitas e ilícitas, nas rodovias, empregando o teste de Marquis.

### OBJETIVOS ESPECÍFICO:

Destacar os efeitos negativos das drogas e os impactos socioeconômicos causados por elas. Mostrar os danos relacionados ao seu consumo. Apresentar os desafios enfrentados pelas autoridades no combate as drogas e pelas famílias, nos cuidados e orientações aos seus familiares. Explicar sobre a relevância da química forense na detecção de substâncias químicas, sejam ilícitas ou lícitas, destacando a importância, a presença e a aplicabili-

dade constante das ciências na sociedade e na vida cotidiana, principalmente da química, devido aos experimentos que realizamos.

## METODOLOGIA

O teste de Marquis é eficaz e simples de realizar, já que demonstra a mudança de cor do reagente, quando em contato com a substância que se deseja analisar.

Inicialmente preparamos o reagente misturando 5 mL de formaldeído a 40% (v/v), com 100 mL de ácido sulfúrico concentrado (95–98%).

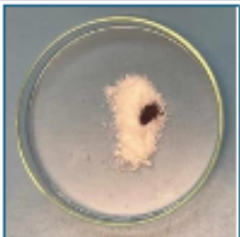
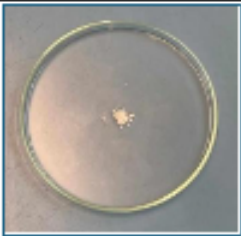
Para realizarmos o experimento, pingamos uma gota do reagente de Marquis, que atua como indicador – substância que muda de cor em presença de outra substância – sobre o composto que desejamos analisar.

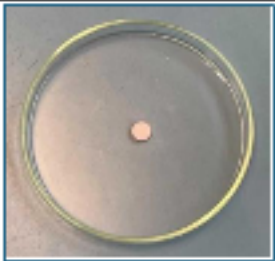
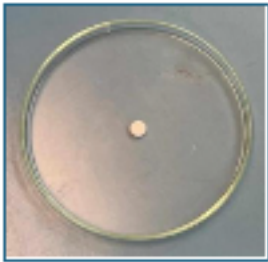
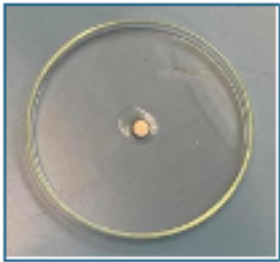
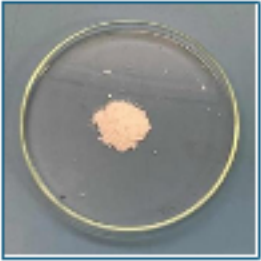
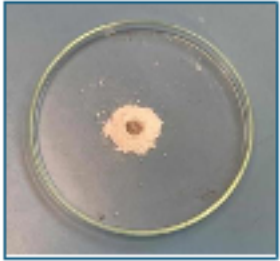
Caso o reagente mude de cor, basta comparar a nova cor adquirida, com as cores da tabela para o teste de Marquis, que apresentamos na figura 4 – Cores resultantes do experimento com o Teste de Marquis – e identificar a substância que foi testada.

Realizamos este experimento (figura 5) no laboratório de química do colégio, sob a coordenação do professor orientador. Para o teste, utilizamos as seguintes substâncias:

Açúcar – Anfetamina – Aspirina – Ritalina – Óxido de cálcio.

Figura 5 – Experimentos que realizamos com o Teste de Marquis.

| Substâncias       | Antes do reagente                                                                   | Depois do reagente                                                                   |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Açúcar</b>     |  |  |
| <b>Anfetamina</b> |  |  |

|                 |                                                                                    |                                                                                     |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Aspirina        |   |   |
| Ritalina        |   |   |
| Óxido de cálcio |  |  |

Fonte: Elaborado pelos autores.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Não encontramos dificuldades para a realização do experimento. Entretanto, tivemos que tomar alguns cuidados devido a utilização do ácido sulfúrico concentrado, pois este composto é muito corrosivo, e pode causar graves queimaduras se em contato com a pele.

Nossa principal dificuldade foi encontrarmos compostos para testarmos no experimento, já que boa parte das substâncias que o teste de Marquis pode identificar são ilícitas, tais como a heroína e a mescalina, por exemplo, que não podemos adquirir. Outras são lícitas, como morfina e codeína, porém são medicamentos de uso controlado que só podem ser adquiridos com

receita médica o que também é um fato complicador.

Dessa forma, nossas opções de teste ficaram reduzidas ao açúcar, aspirina, anfetamina e ritalina, sendo que essas duas últimas, por exigirem receita médica, conseguimos por doação.

Como julgamos que tínhamos poucas substâncias para a realização do teste, incluímos o óxido de cálcio (CaO) mesmo este não constando na tabela de cores do teste de Marquis que destacamos na figura 4 – Cores resultantes do experimento com o Teste de Marquis.

O motivo de incluirmos esse óxido, foi que ele se assemelha fisicamente a outras drogas como a heroína por exemplo (figura 7), pois ambos são um pó branco.

Figura 7 – Forma da heroína e do óxido de cálcio.

- Heroína -



Fonte: Freepik (heroína), 2024.

- Óxido de Cálcio -



Fonte: Hofacil, 2024

Como a heroína reage ao teste de Marquis, achamos interessante apresentar uma substância que se assemelhe a essa droga, como o óxido de cálcio, pois podemos fazer a comparação de uma substância semelhante a heroína, que na tabela de Marquis adquire cor rosa, mas que ao teste apresentou cor marrom, resultando num teste negativo.

Nessas apresentações iremos esclarecer quanto ao perigos do uso de drogas, os danos econômicos e sociais que elas podem causar, além de mostrarmos mais uma aplicação prática das ciências.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho mostramos a eficácia do teste Marquis na detecção de substâncias proibidas em estradas e destacamos sua importância para a segurança pública.

Embora o teste seja simples, ele é útil para a identificação inicial de drogas, mas apresenta limitações como falsos positivos ou negativos, sendo necessária portanto, a complementação do teste com análises técnicas mais específicas e apuradas.

Baseado na realização do experimento com o reagente de Marquis, acreditamos que conseguimos destacar, nas apresentações que fizemos para nossa comunidade escolar, os malefícios do uso das drogas ilícitas que causam graves prejuízos as famílias, a sociedade e a economia e os benefícios das drogas lícitas, como a morfina por exemplo, que pode aliviar dores de pacientes, desde que tenham seu uso controlado e autorizado por profissional de saúde, após avaliação médica do paciente.

Outro ponto importante foi a realização prática do experimento químico que fizemos, uma vez que esses experimentos chamam a atenção das pessoas pois mostram a aplicação prática das ciências, o que não é comum nas aulas regulares. Isso nos possibilitou destacar também, a importância das pesquisas, do estudo e a presença constante das ciências em nossa vida cotidiana.

Por tudo que relatamos até aqui, esperamos e podemos dizer até mesmo que acreditamos, que conseguimos conscientizar os alunos e mesmo o público em geral da nossa comunidade escolar, que assistiu as apresentações do nosso trabalho, quanto aos efeitos destrutivos das drogas.

Finalizando gostaríamos de registrar que participar deste trabalho foi muito gratificante, pois nos possibilitou conhecer a ciência de forma experimental e alguns métodos científicos de pesquisa, aumentando com isso, nossos conhecimentos que serão importantes na continuidade de nossos estudos.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL. **ONU: número de pessoas que usam drogas aumentou 20% em 10 anos.** 2024. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/internacional/noticia/2024-06/onu-numero-de-pessoas-que-usam-drogas-aumentou-20-em-10-anos>>. Acesso em: 20 jul. 2024.

CARTA CAMPINAS. **No Brasil, 22 mil pessoas são assassinadas por ano para ‘proteger’ 50 que decidiram usar drogas.** 2024. Disponível em: <<https://cartacampinas.com.br/2024/02/no-brasil-22-mil-pessoas-sao-xxxassassinadas-por-ano-para-proteger-50-vidas-que-decidiram-usar-drogas/>>. Acesso em: 25 jul. 2024.

CORREIO BRAZILIENSE. Artigo: **O caminho do México.** 2023. Disponível em: <<https://www.correio braziliense.com.br/opinia o/2023/10/5132163-artigo-o-caminho-do-mexico.html>>. Acesso em: 15 jul. 2024.

ESTADO DE MINAS. **Pesquisa aponta que maioria de usuários conhecem as drogas na infância e adolescência.** 2017. Disponível em: <[https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2017/05/04/interna\\_gerais,866979/pesquisa-aponta-que-maioria-de-usuarios-conhecem-as-drogas-na-infancia.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2017/05/04/interna_gerais,866979/pesquisa-aponta-que-maioria-de-usuarios-conhecem-as-drogas-na-infancia.shtml)>. Acesso em: 13 jul. 2024.

FREEPIK. Disponível em: <[https://br.freepik.com/fotos-premium/droga-heroina-po-agulha-em-colher-viciado-em-cocainaabuso-de-medicamentos-liquidos-viciado\\_91914907.htm](https://br.freepik.com/fotos-premium/droga-heroina-po-agulha-em-colher-viciado-em-cocainaabuso-de-medicamentos-liquidos-viciado_91914907.htm)>. Acesso em 19. Jul. 2024.

GREEN POWER TABACARIA. Disponível em: <<https://www.greenpowertabacaria.net.br/cogumelos-rapes-e-ervas/reagente-marquis>>. Acesso em: 14 jun. 2024.

HOFACIL. Disponível em: <<https://hofacil.com.br/blog/avaliacao-de-calcao-no-laboratorio-de-higiene-ocupacional/>>. Acesso em: 19 jul. 2024.

HOSPITAL SANTA MÔNICA. **Quais são os efeitos das drogas no organismo?** 2018. Disponível em: <<https://hospitalsantamonica.com.br/quais-sao>>

-os-efeitos-das-drogas-no-organismo/>. Acesso em: 13 jul. 2024.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Custo de bem-estar da guerra às drogas corresponde a R\$ 50 bilhões por ano, revela estudo do IPEA**. 2023. Disponível em: <<https://www.ipea.gov.br/portal/categorias/45-todas-as-noticias/noticias/13814-custo-debem-estar-da-guerra-as-drogas-corresponde-a-r-50-bi-por-ano>>. Acesso em: 13 jul. 2024.

LNCC. Disponível em: <<http://www.info.lncc.br/coesq.html>>. Acesso em: 18 jul. 2024.

MACHADO, Lis Osario. **Tráfico de drogas ilícitas e território: o caso do Brasil**. GOV.BR, 2009. Disponível em: <[https://www.gov.br/mj/pt-br/assuntos/sua-seguranca/seguranca-publica/analise-e-pesquisa/download/estudos/sjcvolume8/trafico\\_drogas\\_ilicitas\\_territorio\\_caso\\_brasil.pdf](https://www.gov.br/mj/pt-br/assuntos/sua-seguranca/seguranca-publica/analise-e-pesquisa/download/estudos/sjcvolume8/trafico_drogas_ilicitas_territorio_caso_brasil.pdf)>. Acesso em: 19 jul. 2024.

MAIA, Elijonas. **Rota do tráfico**: saiba quais são as rodovias recordistas em apreensão de drogas. CNN Brasil, 2024. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/rota-do-trafico-saiba-quais-sao-as-rodovias-recordistas-em-apreensao-de-drogas/>>. Acesso em: 18 jul. 2024.

MALLEY, Gerald F. ; MALLEY, Rika. **Abstinência e intoxicação por opioides**. Manual MSD, 2022. Disponível em: <<https://www.msdmanuals.com/pt/profissional/tópicos-especiais/drogas-ilícitas-e-intoxicantes/abstinência-e-intoxicação-por-opioides>>. Acesso em: 15 jul. 2024.

MENDES, P. H. C. **Reagente de Marquis**: Teste para detectar drogas. 2021. Disponível em: <<https://www.engquimicasantoss.com.br/2021/07/reagente-marquis-teste-detecta-droga.html>>. Acesso em: 16. Jun. 2024.

MESSIAS, Pedro Judah de Moura. **Classificação de amostras de pó branco utilizando teste de Scott, análise de imagem e discriminação por mínimos quadrados parciais**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química) - Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília, DF. Disponível em: <[https://bdm.unb.br/bitstream/10483/35172/1/2022\\_Pe](https://bdm.unb.br/bitstream/10483/35172/1/2022_Pe)

droJudahMouraMessias\_tcc.pdf.>. Acesso em: 18 jun. 2024.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Álcool e outras drogas**. 2009. Disponível em: <[https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/alcool\\_outras\\_drogas.pdf](https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/alcool_outras_drogas.pdf)>. Acesso em: 19 jul. 2024.

MIRANDA, Borges. **Por que a América Latina é a região onde mais cresce o consumo de cocaína no mundo**. BBC, 2016. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-36682622.amp>>. Acesso em: 15 jul. 2024.

RESEARCHGATE. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/profile/Ricardo-CostaSilva/publication/358686796/figure/fig31/AS:112741446586778501645807963865/Figura-1-Localizacao-da-triplice-fronteira-entre-Tabatinga-Brasil-Leticia-Colombia.png>>. Acesso em: 15 jul. 2024.

UNODC – United Nations Office on Drugs and Crime. **Relatório Mundial sobre Drogas 2023 do UNODC alerta para a convergência de crises e contínua expansão dos mercados de drogas ilícitas**. 2023. Disponível em: <<https://www.unodc.org/lpo-brazil/pt/frontpage/2023/06/relatrio-mundial-sobre-drogas-2023-do-unodc-alerta-para-a-convergencia-de-criises-e-continuaexpansao-dos-mercados-de-drogas-ilcitas.html>>. Acesso em: 14 jul. 2024.

UOL notícias. **Plantações de coca aumentam 22% no Peru, impulsionadas por cultivo na fronteira com Brasil e Colômbia**. 2023. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/ultimasnoticias/rfi/2023/06/27/plantacoes-de-coca-aumentam-22-no-peru-impulsionadas-por-cultivona-fronteira-com-brasil-e-colombia.htm>>. Acesso em: 17 jun. 2024.

WIKIPEDIA. **Reagente Marquis**. 2024. Disponível em: <[https://en.m.wikipedia.org/wiki/Marquis\\_reagent](https://en.m.wikipedia.org/wiki/Marquis_reagent)>. Acesso em: 14 abr. 2024.

# Capítulo 3

## DETERMINAÇÃO DA ACIDEZ DO MEL

**Arthur De Macena Loiola**

**Danilo Venancio Farrapo**

**Fernanda Alicia Chagas Cunha Maciel**

**Gustavo Rodrigues Peçanha Campos**

**Leticia Werneck Matias Santos**

**Celso Luis Soares dos Santos Sobrinho**

**Rômulo Ferreira da Silva**

### RESUMO

Em nosso trabalho, buscamos destacar o valor multifacetado que o mel possui para os Índios do Xingu, explorando tanto seus aspectos culturais quanto sua acidez. O mel, para essas comunidades, vai muito além de um simples alimento; ele é um elemento central em práticas medicinais, rituais espirituais e como parte de sua alimentação cotidiana. Por isso, a acidez do mel, que influencia diretamente seu sabor e suas propriedades terapêuticas, é um aspecto de grande relevância que merece ser analisado com cuidado. Nossa pesquisa pretende mostrar como o mel do Xingu se distingue de outros tipos, não apenas em termos de sabor, mas também em sua composição química, destacando a importância dessas características para os usos específicos que os índios fazem deste produto. Ao medir a acidez do mel do Xingu e compará-la com a de outros tipos, esperamos evidenciar uma dessas diferenças de forma clara e objetiva. Além disso, exploraremos o papel fundamental do campo magnético das abelhas, um fenômeno natural que influencia a orientação e a produção do mel, sendo crucial para a manutenção da biodiversidade e das práticas sustentáveis que são tão valorizadas pelos Índios do Xingu.

Assim, esperamos contribuir para uma maior compreensão e valorização desse recurso natural.

**Palavras-chave:** Mel. Acidez. Índios do Xingu.

## INTRODUÇÃO

A determinação da acidez do mel produzido pelos índios do Xingu é um tema de grande relevância, pois constitui um parâmetro crucial na avaliação do estado de conservação de alimentos, refletindo diretamente a qualidade e a segurança deste produto natural.

A acidez do mel pode variar em função de processos como reações de hidrólise, fermentação ou oxidação, que alteram a concentração de íons de hidrogênio, impactando não apenas o sabor, mas também as propriedades antibacterianas e conservantes do mel (DA SILVA, 2019). Este parâmetro é especialmente importante para os povos indígenas do Xingu, para quem o mel não é apenas um alimento, mas também um elemento cultural central e um recurso essencial para a subsistência.

Em muitas culturas, o mel é considerado um símbolo de doçura e prosperidade. Sua cor dourada e sabor naturalmente adocicado o tornam um alimento apreciado. O mel é frequentemente associado à abundância e à riqueza, sendo oferecido como presente em celebrações e festivais. (CARVALHO, 2024).

De acordo com o Instituto Socioambiental (ISA) e do site Povos Indígenas do Brasil (<https://pib.socioambiental.org>), a marca Mel dos Índios do Xingu foi criada em 2001, quando iniciou a apicultura comercial no Parque do Xingu. Este foi o primeiro produto indígena do Brasil a receber o certificado de inspeção federal – SIF – e o selo de produto orgânico.

O mel dos índios do Xingu tem se destacado como uma das maiores referências em termos de alternativa de renda sustentável e compatível com a preservação da floresta, ganhando, inclusive, reconhecimento internacional pela sua qualidade e pelo modo de produção tradicional.

A apicultura não interfere na continuidade das atividades tradicionais dos povos. É um negócio rentável e sustentável que não prejudica o meio em que vivem.

Entretanto, no Brasil o consumo percapta do mel ainda é muito incipiente comparado a outros países. Consoante o governo do Estado de São

Paulo, em dados apresentados na Confederação Brasileira de Apicultores e Meliponicultores, no ano de 2020, em nosso país, cada indivíduo consome menos de 80 g de mel por ano, enquanto na Alemanha este número chega a 1,1 kg por pessoa.

Este trabalho tem como objetivo investigar e compreender os níveis de acidez presentes no mel produzido pelos índios do Xingu, explorando os métodos de determinação dessa acidez,

A análise da acidez é fundamental não só para assegurar a qualidade e a segurança alimentar, mas também para entender como esses fatores interagem com as práticas tradicionais dos índios, contribuindo para a valorização de seus conhecimentos ancestrais.

Além disso, pretendemos abordar um aspecto menos conhecido, mas de grande importância: o impacto dos altos níveis de campos eletromagnéticos sobre as abelhas.

Segundo DE CARVALHO, 2021,

Um campo eletromagnético é a sobreposição do campo elétrico e do magnético. Este campo eletromagnético movimenta-se na forma de ondas, chamadas de ondas eletromagnéticas, que transportam energia e informação. Exemplos disso são a luz visível, as ondas de rádio, infravermelho, raios ultravioletas e mesmo as micro-ondas.

Estudos indicam que esses campos podem prejudicar a capacidade das abelhas de se orientarem no ambiente, afetando sua habilidade de localizar fontes de alimento, a qualidade dos recursos que elas coletam e, conseqüentemente, a produção de mel. (DE CARVALHO, 2021)

A capacidade de aprendizagem das abelhas pode ser comprometida, afetando diretamente a eficiência na coleta de néctar e pólen, e, por extensão, a qualidade do mel produzido.

Por meio dessa pesquisa, esperamos ampliar o conhecimento sobre a composição e as características do mel indígena, fornecendo dados que contribuam para a preservação das tradições e práticas sustentáveis dos povos do Xingu.

Ao destacar a importância da acidez e a influência dos campos eletromagnéticos, buscamos também alertar para os desafios que essas comunidades enfrentam na produção de mel, promovendo uma maior valorização e proteção desse patrimônio natural e cultural.

## OBJETIVOS

Nossos objetivos foram: Ampliar o conhecimento sobre o mel indígena, destacar a importância da preservação das práticas tradicionais e sustentáveis dessas comunidades, entender algumas das principais características do mel e possíveis fatores capazes de alterar suas propriedades, determinar a acidez do mel destacando a relevância desta propriedade na sua conservação e identificar a importância do campo magnético para as abelhas.

## METODOLOGIA

A metodologia aplicada teve como referencial o material “A Experimentação no Ensino de Química e os Saberes Indígenas”. Para realizar a metodologia e analisar da acidez do mel, realizaram-se os seguintes testes químicos, executados nas seguintes etapas:

- 1) Diluiu-se 10g de mel em água;
- 2) Mediu-se o seu pH e verificando-se sua característica em relação a este parâmetro (ácido, básico ou neutro)
- 3) Neutralizou-se os ácidos do mel usando hidróxido de sódio 0,1 mol/L;
- 4) Indicou-se que ocorreu neutralização com o uso da fenolftaleína (indicador ácido-base);
- 5) Mediu-se novamente o pH do mel para mostrar que houve neutralização a partir da adição do hidróxido de sódio;
- 6) Explicou-se a importância da acidez do mel;
- 7) Abordou-se o quão importante isso é para as tribos dos indígenas do Xingu;
- 8) Detalhou-se as tradições histórico-culturais dos indígenas do Xingu e a associação dessas tradições com o cultivo do mel;
- 9) Apresentou-se dados que caracterizam o mel como atividade econômica dos indígenas do Xingu;
- 10) Explicou-se como o campo magnético afeta a vida das abelhas.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nos testes realizados na determinação da acidez do mel utilizou-se dois tipos de mel: o mel dos Índios do Xingu extraído no Parque Indígena do Xingu e o mel silvestre da Apicultura Boa Vista, produzido na cidade de Formiga, no estado de Minas Gerais.

Com o experimento realizado, observamos que os dois tipos de mel possuem resultados parecidos quando é a acidez que está em questão.

Na diluição dos méis observou-se que o mel dos Índios é mais viscoso, tendo um processo de diluição mais demorado, durando em média de 2 a 3 minutos para conclusão do processo. O mel silvestre da Apicultura Boa Vista foi diluído em aproximadamente 1 minuto, atingindo uma consistência fluida rapidamente, sem exigir grande agitação para sua completa dissolução.

Ambos apresentaram uma faixa de pH entre 4 a 4,5, sendo considerados próprios para o consumo. De acordo com a especificação brasileira (Portaria nº 6 de 25 de julho de 1985, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), o valor médio do pH para o mel de abelhas deve ser de 3,3 - 4,6.

Na titulação ácido-base utilizou-se mais gotas de hidróxido de sódio, uma base forte, para neutralizar a acidez do mel da Apicultura Boa Vista, concluindo-se que este mel possui maior acidez do que o dos Índios do Xingu.

É importante destacar que ocorre uma mudança de coloração, pois utiliza-se um indicador ácido-base. Em nossos testes, foi utilizado o indicador fenolftaleína para realização dos experimentos. Depois de uma média de 20 gotas do hidróxido de sódio adicionado ao mel dos Índios do Xingu diluído, observou-se a mudança de coloração (ponto final da titulação). A verificação desta neutralização ocorre quando a solução apresenta a cor rosada, podendo tender ao avermelhado dependendo do nível de acidez do mel analisado.

Na análise do mel da Apicultura Boa vista foi necessário em torno de 23 a 24 gotas de hidróxido de sódio para neutralizar completamente a acidez deste mel.

Em relação ao campo magnético, estudos realizados por De Carvalho (2021), mostram que “a exposição aguda a campo eletromagnético de frequência extremamente baixa afeta as habilidades motoras e cognitivas das abelhas e reduz a alimentação. Mostram também que a exposição causa redução no aprendizado olfatório.”

Em contrapartida, o mesmo estudo aponta que:

...altos níveis de campos eletromagnéticos, que podem ser experimentados perto de linhas de transmissão, modificam o voo ao aumentar a frequência de batidas de asas. Além disso, reduz significativamente o número de voos de forrageamento bem-sucedidos para uma fonte de alimento, levando à redução da alimentação das abelhas. Em resumo, a capacidade de aprendizagem sobre como se deslocar no ambiente fica reduzida, prejudicando a compreensão das abelhas com relação à localização dos alimentos, a qualidade e o tipo dos recursos (por exemplo, cor, cheiro, formato das flores), pontos de referência, bem como a distância e a direção das fontes de alimento da colmeia para se comunicar com a colmeia.

Após as pesquisas feitas sobre a cultura dos Índios do Xingu, é possível compreender que o termo “Xingu” refere-se a uma região no Brasil que abriga diversas etnias indígenas, cada uma com sua própria cultura, língua e modos de subsistência. que incluem a agricultura, pesca, caça e artesanato. (DESANA, 2025)

As tribos do Xingu costumam praticar a agricultura de subsistência, cultivando mandioca, milho, batata-doce, feijão e outros alimentos básicos. A mandioca é particularmente importante e é transformada em farinha, que é um alimento essencial na dieta dessas comunidades.

A economia das tribos do Xingu é baseada em práticas tradicionais de subsistência, que incluem a agricultura, pesca, caça e artesanato.

Além do comércio de artesanato, que desempenha um papel significativo na economia dessas tribos produzindo itens como cestas, cerâmicas, colares, pulseiras e objetos de madeira, que, com suas vendas, geram renda para as comunidades, muitas aldeias têm investido em projetos alternativos voltados para o mercado externo. Dois exemplos notáveis são os projetos de apicultura (Mel dos Índios do Xingu) e produção de óleo de pequi, ambos em colaboração com o Instituto Socioambiental (ISA). No caso da Cooperativa do Mel, as aldeias kisêdje, trumai, ikpeng, yudjá e kaiabi estão envolvidas. Cada uma dessas comunidades se dedica à produção e colheita do mel, que é posteriormente enviado para a “Central do Mel” no posto Diauarum, onde é embalado e enviado para Canarana. De lá, o mel é comercializado em grandes centros como Rio de Janeiro e São Paulo. Em média, a produção anual alcança cerca de duas toneladas de mel. (VILLAS BÔAS, 2002)

Além das atividades tradicionais, algumas tribos do Xingu têm se envolvido em projetos de turismo comunitário e iniciativas de preservação ambiental, que buscam gerar renda enquanto promovem a conservação de suas culturas e territórios. Esses esforços ajudam a fortalecer a economia local, ao mesmo tempo em que aumentam a conscientização sobre a importância da preservação ambiental e cultural. (Instituto Socioambiental, 2017)

Figura 1- Mel da Apicultura Boa Vista diluído em água



Fonte: Arquivo pessoal dos autores

Figura 2- Mel dos Índios Xingu diluído em água



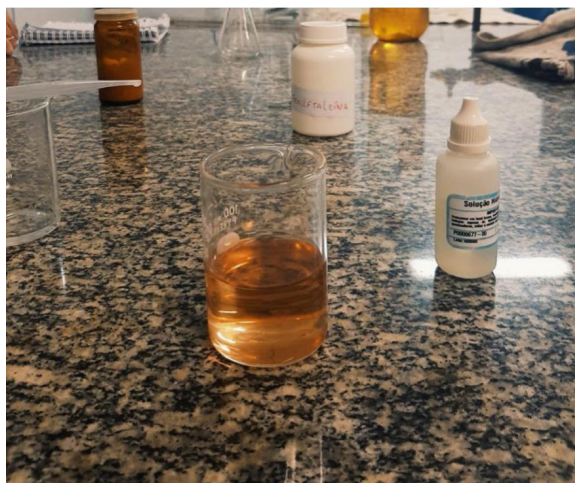
Fonte: Arquivo pessoal dos autores

Figura 3 – Mel da Apicultura Boa Vista após ser neutralizado, ocorrendo uma mudança de coloração.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores

Figura 4- Mel dos Índios do Xingu após ser neutralizado, ocorrendo uma mudança de coloração.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores

Figura 5- Indígena Kuikuro na aldeia Ipatsé verificando produção do projeto Mel do Xingu - Parque Indígena do Xingu



Fonte: Pulsar Imagens - <http://www.pulsarimagens.com.br>

Figura 6: embalagem do mel dos Índios do Xingu



Fonte: <https://florestaluz.com/produto/mel-dos-indios-do-xingu/>

Figura 7: Informações nutricionais da embalagem do Mel dos Índios do Xingu



Fonte: <https://florestaluz.com/produto/mel-dos-indios-do-xingu/>

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da pesquisa e do experimento conduzidos, chegamos à conclusão de que o mel produzido pelos Índios do Xingu é não apenas uma das principais fontes de renda dessas comunidades, mas também desempenha um papel crucial na segurança alimentar da tribo. O mel, antes de passar pelo processo de neutralização utilizando hidróxido de sódio e fenolftaleína como indicador, apresenta caráter ácido. Essa acidez é uma característica intrínseca do mel que possui implicações significativas tanto para suas propriedades químicas quanto sensoriais.

Além disso, o estudo aprofundado sobre o mel revelou a importância do campo magnético para as abelhas, que depende dele para suas atividades cotidianas. As abelhas utilizam o campo magnético terrestre para localizar fontes de alimento, se orientar durante voos migratórios e retornar com precisão à colmeia. Essas habilidades são essenciais para a manutenção da colônia e, conseqüentemente, para a continuidade da produção de mel.

A investigação das características do mel também foi fundamental para compreender que seus atributos, como sabor, cor e aroma, podem variar significativamente dependendo de uma série de fatores, incluindo o tipo de flor polinizada, as condições climáticas, o tipo de solo, a umidade e a altitude da região. Esses fatores influenciam diretamente a composição química do mel, resultando em variações que tornam cada lote de mel único.

Determinar a acidez do mel é um procedimento de extrema importância, pois essa característica não apenas confere ao mel suas proprieda-

des químicas e sensoriais, mas também contribui significativamente para sua estabilidade microbiológica. A acidez do mel cria um ambiente desfavorável para o crescimento de microrganismos, ajudando a preservar sua qualidade e segurança para consumo. É importante destacar que o mel é considerado seguro para consumo humano quando seu pH está dentro da faixa de 3,3 a 4,6, o que garante tanto sua estabilidade quanto suas propriedades benéficas à saúde.

Em suma, estudar o mel do Xingu proporcionou uma compreensão mais profunda das suas características e das condições que podem influenciá-las. Além disso, ressaltou a relevância da apicultura como uma atividade sustentável e economicamente viável para as comunidades indígenas, ao mesmo tempo em que destacou a importância de práticas apícolas que respeitem o equilíbrio ambiental e garantam a continuidade dessa tradição ancestral.

## REFERÊNCIAS

CARVALHO, Renata. **O que é o mel e seu significado espiritual**. Supervary, 31 de julho de 2024. <https://supervary.com.br/glossario/mel-significado-espiritual-simbolismo-e-rituais/>, acessado dia 29/05/2025.

DA SILVA, Clovis Gouveia . **Mel da abelha**: Caracterização e legislação brasileira para o mel.. DEQ – CT: Universidade Federal da Paraíba, 2019. Disponível em <https://www.ct.ufpb.br/lba/contents/menu/pesquisas/mel>, acessado dia 30/04/2024.

DE CARVALHO, Fernanda. **Os campos eletromagnéticos podem afetar as abelhas?**. Rio de Janeiro: Manda lá, ciência, 2021. Disponível em <https://mandalaciencia.com.br/os-campos-eletromagneticos-podem-afetar-as-abelhas/> acessado dia 30/04/2024.

DESANA, Elizabete Antonio Morais. A Poesia dos Corpos Indígenas no Brasil. In: VILLAS BÔAS, André (Org.). **Xingu**: histórias dos produtos da floresta. São Paulo. Instituto Socioambiental, 2017.

GONZAGA, Kézia Ribeiro; BENITE, Claudio Roberto Machado. **A experimentação no ensino de química e os saberes indígenas**. Universidade Estadual de Goiás: BDTD, 2020. Disponível em [https://www.bdttd.ueg.br/bitstream/tede/704/3/Versao\\_Digital\\_Produto\\_Educacional\\_KEZIA\\_RIBEIRO.pdf](https://www.bdttd.ueg.br/bitstream/tede/704/3/Versao_Digital_Produto_Educacional_KEZIA_RIBEIRO.pdf) acessado dia 26/03/2024.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL (ISA). **Mel dos Índios do Xingu**. Disponível em: [https://pib.socioambiental.org/pt/Mel\\_dos\\_índios\\_do\\_Xingu](https://pib.socioambiental.org/pt/Mel_dos_índios_do_Xingu), acessado em 30/04/2024

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. **Portaria nº 6 de 25 de julho de 1985**, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/empresario/arquivos/portaria6anexo1.pdf/view>, acessado em 30/04/2024.

SÃO PAULO, Governo do Estado. **Videoconferência aborda a importância do mel na alimentação escolar**. Disponível em: <https://www.educacao.sp.gov.br/videoconferencia-aborda-importancia-mel-na-alimentacao-escolar/>, acessado em 29/05/2025.

VILLAS BÔAS, A. **Equipe de edição da Enciclopédia Povos Indígenas no Brasil e Programa Xingu (ISA)**, 2002. <https://pib.socioambiental.org/pt/Povo:Xingu#:~:text=Al%C3%A9m%20do%20com%C3%A9rcio%20com%20artesanato,em%20parceria%20com%20o%20ISA>, acessado dia 10/07/2024

Xingu: **histórias dos produtos da floresta**. organização André Villas- Bôas ... [et al.]. - 1. ed. - São Paulo. Instituto Socioambiental, 2017.

# Capítulo 4

## DECOMPOSIÇÃO DA LUZ BRANCA

Giovana Araújo Cordeiro Costa Couto

Mariana Ferreira Brandão

Mariana Godoy de Oliveira

Gabriela de Souza Rego

### RESUMO

O estudo investigou os efeitos da aplicação de energia elétrica a um disco de Newton, ferramenta utilizada para demonstrar fenômenos ópticos e físicos, a fim de rotacioná-lo. Nesse sentido, para o experimento, a ferramenta foi elaborada a partir da superfície de um CD, que serviu como suporte para a simulação do disco de Newton semelhante ao original. Desse modo, foi possível identificar que a rotação do disco gerou a dispersão das cores. Este experimento possibilitou a compreensão dos diferentes modos de interação da energia cinética, dos movimentos mecânicos e da óptica. Da mesma maneira, através deste experimento verificou-se a existência de um movimento de refração da luz na parte traseira do mesmo disco de Newton juntamente a uma fonte de luz, gerando a dispersão da luz branca trazendo o aspecto de arco-íris. Verifica-se que a trajetória do raio luminoso se dá pelo meio em que ele se encontra. Neste caso, o raio está em contato com o ar, seguindo uma linha reta, e atravessa o disco causando assim um desvio na trajetória do raio luminoso.

**Palavras-chave:** Decomposição da luz branca. Experimento eletroquímico. Refração da luz.

## INTRODUÇÃO

Desde a Antiguidade, muitos pensadores demonstravam interesse pelos fenômenos visuais, estudando diversos aspectos relacionados às cores, como o arco-íris, as cores produzidas por prismas e os fenômenos coloridos produzidos em reações químicas. Nesta época tinha-se a ideia de que o aparecimento das cores a partir da luz branca acontecia em razão das impurezas que ela recebia quando incidia sobre um prisma de vidro. Nas décadas de 1660 e 1670, o cientista Isaac Newton realizou experiências com um prisma para demonstrar fenômenos como a refração e a dispersão luminosa (MARTINS, 2015). Newton percebeu que a luz branca, proveniente do Sol, se dispersava em feixes coloridos, e a este conjunto de cores chamou “spectrum”, pois ele não era a favor da ideia de que este colorido surgia devido a impurezas existentes no prisma. Assim sendo, realizou um novo experimento onde deixava apenas uma cor passar através de um segundo prisma. Com isso, verificou que o mesmo não adicionava nada ao feixe de luz que incidia sobre ele, então lançou a hipótese de não ser a luz branca uma cor pura, como se pensava até então, e sim o resultado da superposição ou mistura de todas as cores do espectro.

Nesse sentido, com o intuito de comprovar e ilustrar a hipótese de Newton, será necessário a utilização de um gerador químico de energia elétrica conectado a um disco de Newton. Sendo assim, é preciso salientar o conceito de gerador a fim de melhorar a compreensão do experimento, um gerador consiste em um dispositivo que converte vários tipos de energia não elétrica, como a mecânica, a eólica e a solar em energia elétrica, logo, tendo em vista que o experimento apresentado faz uso de um gerador eletroquímico, a conversão de energia utilizada será a de energia química, ou potencial, em energia elétrica.

Ademais, o gerador utilizado para mover o disco será outro modelo de pilha com base teórica na pilha de Daniell, com a finalidade de tornar o experimento mais econômico e prático. Em tal modelo há a presença de células eletroquímicas formada pelos metais cobre e alumínio em solução aquosa de NaCl (Cloreto de Sódio), formando um conjunto de bateria com a intenção de aumentar a tensão e a corrente elétrica.

Nesse sentido, cabe identificar o fenômeno da refração da luz, ou desvio na trajetória de uma onda, um evento que consiste na mudança na velocidade de propagação da onda eletromagnética ao atravessar meios óp-

ticos distintos, de modo a alterar o comprimento de onda do raio luminoso. (EQUIPE TODA MATÉRIA, 2024). Dessa maneira, é possível ocorrer uma mudança de direção da propagação da luz, contudo, nota-se que a frequência permanece constante. Portanto, considerando que o disco de Newton foi produzido em um CD, ao direcionar uma fonte de luz a ele, o fenômeno de refração da luz acaba por ocorrer.

Nesse panorama, a dispersão luminosa é um fenômeno óptico particular da refração que consiste na separação da luz em suas diferentes cores, o que ocorre, por exemplo, no arco-íris, que se forma através da separação das cores que constituem a luz solar. Assim, o fenômeno do arco-íris se assemelha ao experimento de Newton, tendo em vista que ocorre quando a luz solar, uma onda de luz branca, incide sobre uma gota de água, de modo que os raios luminosos são refratados e sofrem a dispersão (SANTOS, 2024).

Desse modo, se faz necessário evidenciar o motivo das cores violeta e vermelha se encontrarem em extremidades opostas na decomposição da luz branca, a fim de contribuir para a total compreensão do experimento. A luz branca é composta da superposição das cores, que possuem diferentes frequências, logo, quanto menor o comprimento de onda, maior será o desvio da luz. Diante disso, visto que o índice de refração da cor vermelha é menor que o da cor violeta, ela sofre menor desvio que o violeta e, desse modo, sua velocidade será maior que a da cor violeta (HELERBROCK, 2024).

A escolha dessas cores para esclarecimento deu-se considerando que a luz solar, além de ondas eletromagnéticas presentes na região visível, onde o comprimento de onda fica entre 400 nm e 700 nm, possui radiações não visíveis, os raios infravermelhos (IV) e os raios ultravioletas (UV), que estão presentes nos limites do espectro de luz visível (FOGAÇA, s.d.). Perante o exposto, o comprimento de onda dos raios infravermelhos é superior a 700 nm, indo até 50.000 nm e o dos raios ultravioletas vai de 400 nm a 200 nm.

Dentro deste contexto, o trabalho tem como objetivo explicar a decomposição da luz branca através da rotação de um disco de Newton ligado a um gerador eletroquímico. Assim, também se torna possível demonstrar a conversão de energia química em energia elétrica, de modo a apresentar a Eletroquímica, parte da Físico-Química que estuda esse fenômeno e seu processo contrário, bem como apresentar o fenômeno da refração da luz no disco de Newton presente nesta pesquisa.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais utilizados:

- Forma de gelo;
- Dois CDs;
- Folha A4;
- Hipoclorito de sódio;
- Cloreto de sódio;
- Água;
- Interruptor (chave);
- Parafusos;
- Multímetro digital;
- Anteparo branco;
- Dois eletrodos de cobre alumínio.

Na parte experimental foi usada uma forma de gelo com 8 buracos, esta possuindo 8 peças metálicas, sendo duas placas de metais cobre e alumínio inseridas na forma. Na parte de trás da forma há dois discos de Newton, estando um ligado diretamente a bateria que, quando ligada, provoca a rotação do disco, enquanto o outro, se move em função da solução de Cloreto de Sódio, água e hipoclorito de sódio, os quais geram uma tensão de 0,9 Volts, suficiente para rotacioná-lo. Por meio de testes experimentais, o grupo determinou a quantidade ideal de Cloreto de Sódio para que haja a rotação ideal do disco rotacionado pelo gerador eletroquímico. Inicialmente houve a tentativa de realizar o experimento com 5 gramas do composto, entretanto o resultado foi insatisfatório, de modo que a quantidade de sal a ser utilizada foi definida em aproximadamente 15 gramas por experimento.

Dessa forma, haverá a demonstração do fenômeno da refração da luz, dispersão luminosa, no mesmo disco de Newton. Ademais, a partir de uma pequena lanterna apontada para a mídia de CD (parte de trás do CD), serão observadas as cores refratadas sobre um anteparo branco.

O experimento tem por finalidade o uso de ferramentas químicas, com o objetivo de gerar eletricidade. O disco de Newton por si é um meio bastante conhecido de provar a ciência na composição de cores (PELEGATI, 2022). Dessa forma, para a demonstração, usaremos para a movimentação do disco uma bateria caseira baseada teoricamente num conjunto de pilhas de Daniell (LIMA, 2022). Serão duas baterias com oito células, perfazendo,

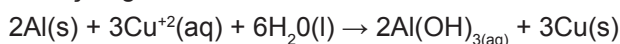
no total, 5,16 volts e uma corrente que depende da carga. Nesta carga, inicialmente, será uma lâmpada de led de três cores que consome uma corrente de 12 amperes, e através de um interruptor (chave) é possível ligar o motor da bateria, assim desligando o led, logo, será possível mover o disco com esta bateria.

Na pilha, as equações químicas podem ser resumidas nas seguintes equações:

No eletrodo de cobre,  $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$

No eletrodo de alumínio,  $2\text{Al}(\text{s}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_{3(\text{aq})} + 6\text{H}^{+}_{(\text{aq})} + 6\text{e}^-$

A reação global da célula:



Cada célula formada pelo par de eletrodos cobre-alumínio na solução salina, preparada por hipoclorito de sódio (água sanitária) NaClO, cloreto de sódio (sal de cozinha) NaCl e água  $\text{H}_2\text{O}$ , faz gerar uma potência de cerca de 0,9 Volts, contudo, isso acontece apenas se os eletrodos estiverem limpos e isentos do fenômeno da passivação (DIAS, 2018). É necessário saber o potencial padrão de cada eletrodo.

O potencial da célula é dado por essa fórmula:

$$\Delta E = E_{\text{oxi}} + E_{\text{red}}$$

Essa equação utiliza a variação do potencial porque, como no dispositivo ocorre a oxidação e a redução, a medida do potencial será dada pela subtração do potencial de cada um dos eletrodos (metais). Para calcular o potencial da bateria é necessário conhecer o potencial padrão de cada eletrodo, alumínio e cobre.

- $\text{Al} \rightarrow \text{Al}^{+3} + 3\text{e}^- \quad E^\circ = +1,66 \text{ V}$
- $\text{Cu}^{+2} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu} \quad E^\circ = -0,763 \text{ V}$

Na equação do alumínio, os elétrons estão à direita da seta, logo, é uma equação de oxidação cujo potencial é + 1,66 V. Já a equação do cobre apresenta elétrons à esquerda da seta, logo, é uma equação de redução onde o potencial é – 0,763 V. Substituindo os valores na expressão, temos:

$$\Delta E = E_{\text{oxi}} + E_{\text{red}}$$

$$\Delta E = 1,66 + (-0,763)$$

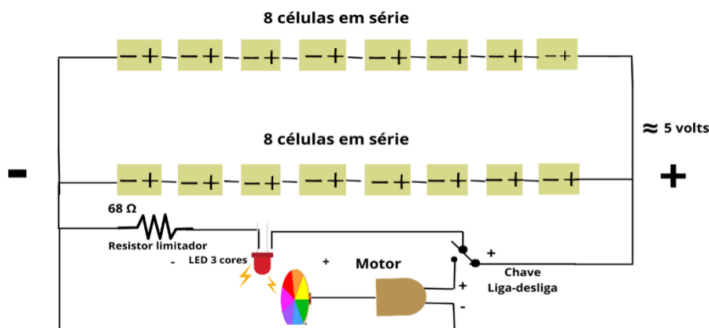
$$\Delta E = 1,66 - 0,763$$

$$\Delta E = 0,897 \text{ V}$$

Portanto, o potencial da bateria eletroquímica é de 0,897 V. Esse valor representa a ddp, que é a diferença de potencial que uma determinada pilha gerará a partir do metal alumínio e cobre, logo, é a diferença de potencial que impulsiona o fluxo de elétrons do ânodo para o cátodo através do circuito externo.

Assim, será observado que o disco em movimento terá todas as cores misturadas, comprovando a hipótese de Newton de que a luz branca não é uma cor pura e sim uma mistura de todas as cores do espectro. A figura 1 ilustra uma representação esquemática da bateria caseira com 16 pilhas galvânicas gerando cerca de 5 Volts.

Figura 1 - Circuito para demonstração



Fonte: autoria do grupo

## RESULTADOS OBSERVADOS

Enquanto o experimento era conduzido, observou-se o processo de passivação nos eletrodos de alumínio e cobre. A passivação química é um processo usado no intuito de aumentar a resistência à corrosão de superfícies metálicas. Esse processo contribui para a proteção do metal contra reações indesejadas. A passivação forma uma película isolante que dificulta

a passagem de corrente elétrica, reduzindo o potencial final da bateria eletroquímica. Isso influenciou diretamente a eficiência da geração de corrente elétrica e a estabilidade da pilha eletrolítica ao longo do tempo. A figura 2 ilustra a passivação:

Figura 2- Passivação



Fonte: Autoria do grupo

Durante o experimento, além da geração de corrente elétrica movimentando o disco de Newton, observou-se um fenômeno interessante relacionado à refração da luz, a dispersão luminosa. Utilizando o mesmo disco de Newton, observou-se que a luz refletida sobre a mídia de CD sofreu refração e decompôs-se no espectro visível e colorido nas mesmas cores do disco de Newton. Assim, comprovou-se que a luz branca é composta por esse espectro de cores. Esta configuração permitiu a visualização das cores refratadas sobre um anteparo branco. A figura 3 ilustra este fenômeno.

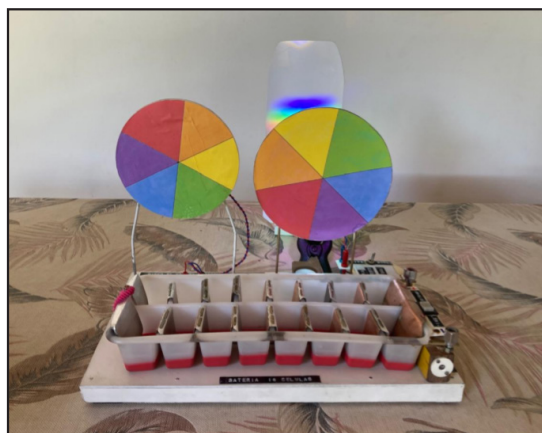
Figura 3- Luz refletida sobre mídia de cd sofrendo refração



Fonte: Autoria do grupo

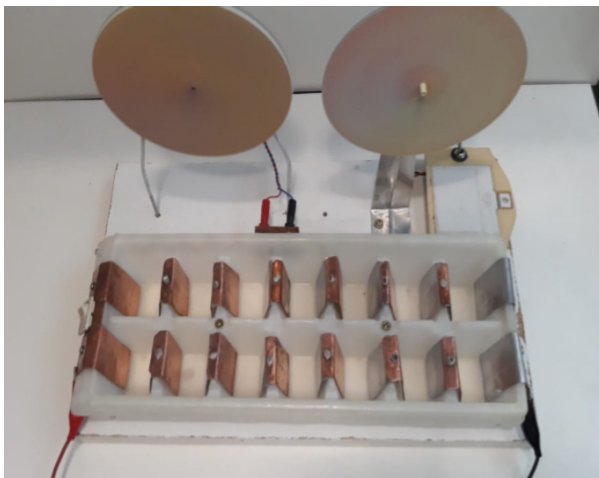
Ademais, a refração da luz observada no trabalho elaborado comprova que a luz branca seria uma mistura heterogênea das demais cores, segundo Newton. Na rotação do disco as cores misturam-se e o disco aparentemente fica esbranquiçado, isso ocorre devido a cor branca ser composta pelas demais cores do disco. Cada cor se sobrepõe nos nossos olhos, assim causando a ideia de que “está branco”. A figuras 5 e 4 ilustram esse fenômeno.

Figura 4- Discos de Newton parados



Fonte: Autoria do grupo

Figura 5- Discos de Newton em movimento



Fonte: Autoria do grupo

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do estudo, notou-se que, na antiguidade, os pensadores acreditavam que as cores advindas da luz branca se davam devido às impurezas que ela recebia ao incidir no prisma de vidro, contudo, ao aprofundar-se no experimento de Newton, percebe-se que tal afirmação foi feita de modo errôneo. Assim, através do projeto elaborado e fazendo-se uso da rotação dos discos de Newton, deseja-se expor a composição da luz branca, além de, através de um anteparo branco presente na parte de trás dos discos, mostrar os fenômenos ópticos da refração da luz e sua decomposição. Nesse sentido, é notória a semelhança presente entre o projeto elaborado e o experimento de Isaac Newton, tendo em vista que ambos visam expor a formação da luz branca.

Desse modo, espera-se que, através do trabalho desenvolvido, questões relacionadas à composição da luz branca sejam sanadas. Ademais, tal projeto contribui para enriquecer o conhecimento da sociedade, visto que expõe descobertas científicas e une experiências de especialistas a fim de comprovar as hipóteses apresentadas.

Outrossim, considerando que as cores estão presentes na rotina de todo indivíduo e tendo em vista que a luz branca é o resultado da superposição de todas as cores do espectro, percebe-se que o experimento está

inserido no cotidiano visto que mostra a decomposição da luz branca, além de, ao utilizar um gerador eletroquímico, apresentar a conversão de energia química em elétrica.

Esta pesquisa propôs, como objetivo geral, apresentar os fenômenos ópticos observados no disco de Newton através de uma pilha galvânica caseira. Para que o trabalho não se limitasse à teoria, elaboramos uma célula eletroquímica utilizando uma solução contendo hipoclorito de sódio (água sanitária) e cloreto de sódio com eletrodos de cobre e alumínio. Pode-se chegar, assim, na geração de energia elétrica a partir desta solução, assim gerando a rotação do disco de Newton. Pode-se observar a ocorrência do fenômeno da refração da luz, dispersão luminosa, que acontece a partir de um feixe de luz apontado para a parte de trás do CD, possibilitando a visualização das cores refletidas no anteparo branco.

## REFERÊNCIAS

CALDAS, J. Museu Interativo da Física da UFPA: Ação educativa com ênfase em divulgação e popularização da História e da Filosofia da Ciência para o ensino de Física. 2015. **Trabalho de Conclusão de Curso**. Faculdade de Física. Universidade Federal do Pará, Belém, 2015, 19:30.

DA COSTA, Erika Canuto. **Composição da luz branca**. Nova Escola, 2018. Disponível em: <https://novaescola.org.br/planos-de-aula/fundamental/3ano/ciencias/composicao-da-luz-branca/2352>. Acesso em: 05 abr. 2024, 14:34.

DIAS, Diogo Lopes. **Cálculo do potencial de uma pilha**. Mundo Educação, 2018. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/calculo-potencial-uma-pilha.htm>. Acesso em: 12 jul. 2024, 12:31.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. **Luz solar e a radiação ultravioleta**. Mundo Educação, [s.d.]. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/luz-solar-radiacao-ultravioleta.htm>. Acesso em: 10 ago. 2024, 16:20.

HELERBROCK, Rafael. **“Dispersão da luz branca”**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/a-dispersao-luz-branca.htm>. Acesso em: 14 de julho de 2024, 16:40.

LIMA, Ana Lorenzen. **Pilha de Daniell**: O que é, funcionamento. Mundo Educação, 2022. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/pilha-daniell.htm>. Acesso em: 16 abr. 2024, 15:05.

MARTINS, Roberto De Andrade. **As pesquisas de Newton sobre a luz**: Uma visão histórica. SciELO, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/JY8NCgHBqbPp3XDBxwgJMSt/?lang=pt>. Acesso em: 05 abr. 2024, 16:33.

MATÉRIA, Equipe. **Refração da Luz**: o que é, leis e índice. Toda Matéria, [s.d.]. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/refracao-da-luz/>. Acesso em: 17 jul. 2024, 9:20.

PELEGATI, Mariana Antunes. **Fazendo ciência**: Disco de Newton. UNESP, 2022. Disponível em: <https://www.ibb.unesp.br/#!/extensao/projetos/fazendo-ciencias-estimulando-o-interesse-e-a-construcao-de-conhecimentos-de-alunos-dos-anos-iniciais/experimentos-de-fisica/disco-de-newton/>. Acesso em: 12 jul. 2024, 16:25.

SANTOS, Marco Aurélio da Silva. **“Formação de um arco-íris”**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/formacao-um-arco-iris.htm>. Acesso em: 13 de julho de 2024, 10:16.



# Capítulo 5

## CHUVA ÁCIDA: FORMAÇÃO, CONSEQUÊNCIAS E PREVENÇÕES

**Anna Clara Nunes Su**

**Isabelly Protásio Santos Freire**

**Marcelo Delena Trancoso**

**Alessandra Lemos do Nascimento**

### RESUMO

A chuva ácida é um fenômeno causado, principalmente, pela emissão de gases poluentes compostos por enxofre e nitrogênio, na atmosfera terrestre. Esses gases são gerados sobretudo, por ações humanas, tais como queimadas, atividades industriais e queima de combustíveis fósseis e também por fenômenos da natureza, como erupções vulcânicas, por exemplo. Esses poluentes reagem com o vapor d'água presente na atmosfera e formam ácidos que retornam à superfície terrestre com a precipitação. A chuva ácida provoca, dentre outros, a acidificação de solos, rios, lagos e mares, afetando a fauna e a flora; corrosão e vários problemas à saúde humana. Para prevenir esse fenômeno, é fundamental reduzir as emissões de gases poluentes empregando tecnologias limpas, adotando fontes de energias renováveis, implementando políticas ambientais rigorosas e conscientizando a população sobre suas causas e impactos, visando a mudança de hábitos e adoção de práticas sustentáveis. Sabendo disso, desenvolvemos este trabalho, onde buscamos esclarecer nossa comunidade escolar quanto à importância da redução das emissões poluentes. Para isso, realizamos um experimento onde

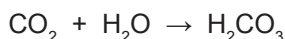
mostramos como a chuva ácida pode ser formada e baseado nessa prática, explicamos seu processo de formação, suas consequências para o meio ambiente e saúde humana, além de alguns métodos que podem ser empregados para evitar sua formação.

**Palavras chave:** Contaminação. Meio Ambiente. Poluição.

## INTRODUÇÃO

O termo “chuva ácida” é empregado para qualquer precipitação de água, seja chuva, neblina ou neve (LANGANKE, 2024) e foi empregado pela primeira vez em 1852, pelo climatologista e químico escocês Robert Angus Smith (1817-1884), quando este apresentou um estudo explicando uma precipitação com alta acidez, que ocorreu em Manchester, Reino Unido, durante o período da Revolução Industrial (1760-1840) e relacionou a precipitação – “chuva ácida” – a contaminação atmosférica (ALMEIDA, MARRANGHELLO e DORNELES, 2020).

Geralmente, as chuvas já são levemente ácidas, mesmo em condições naturais. Isso se deve a reação química entre a água e o gás carbônico (dióxido de carbono –  $\text{CO}_2$ ) presentes na atmosfera (MAGALHÃES, 2024), que forma ácido carbônico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), segundo a equação:



No entanto, o aumento de  $\text{CO}_2$  muito acima dessa quantidade naturalmente encontrada, e também de gases tóxicos compostos principalmente, por enxofre e nitrogênio, lançados na atmosfera, deixaram as chuvas com uma acidez muito acima da considerada normal.

Este aumento de gases se deve a industrialização acelerada, usinas, queimadas, crescimento urbano desordenado que provoca um grande aumento da circulação de automóveis que em sua maioria, utilizam combustíveis fósseis oriundos do carvão mineral, petróleo e gás natural, cuja combustão libera esses gases poluentes (FERREIRA, 2006, p.6).

Estes mesmos gases são lançados em grande quantidade, em atividades microbiológicas e erupções vulcânicas, que não alteram a acidez da chuva, pois são processos equilibrados que vem ocorrendo lentamente durante a evolução e em locais não específicos da Terra. Já as atividades humanas lançam enorme quantidade desses gases em locais específicos,

como áreas de concentração industrial e grandes centros, alterando a acidez da chuva (LANGANKE, 2024).

A fumaça lançada pelos automóveis e indústrias, contém óxidos – compostos binários sendo um deles o oxigênio. Dentre os óxidos formadores da chuva ácida, destacam-se o dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ), trióxido de enxofre ( $\text{SO}_3$ ), dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ), monóxido de nitrogênio ( $\text{NO}$ ) e dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ).

Semelhantemente a equação química de formação do ácido carbônico vista anteriormente, esses óxidos também reagem com a água presente na atmosfera gerando o ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) e o ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ), como mostram as equações químicas seguintes:

Formação do ácido sulfúrico:  $\text{SO}_2 (\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2 (\text{g}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{aq})$ .

Formação do ácido nítrico:  $\text{NO} (\text{g}) + \text{NO}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow 2 \text{HNO}_3 (\text{aq})$ .

Os ácidos carbônico, sulfúrico e nítrico, são alguns compostos essenciais para a formação da chuva ácida. Tais ácidos ao interagirem com a água podem gerar consequências desastrosas para o meio ambiente, infraestrutura e a saúde humana.

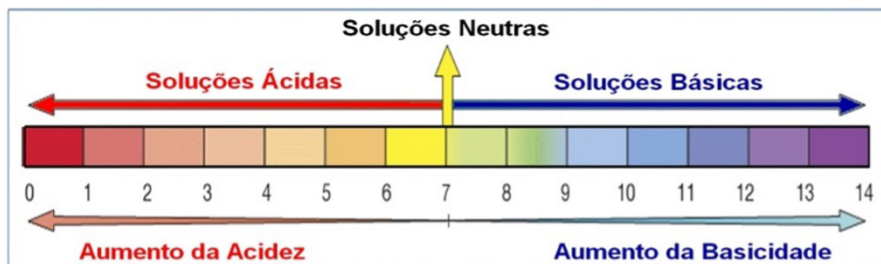
Como dito anteriormente, a chuva normal já possui um teor ácido, que não é maléfico ao meio ambiente, nem a saúde humana, pois possui um pH (potencial hidrogeniônico) em torno de 5,6, já uma chuva ácida, possui pH entre 4,5 e 2,8.

O pH é uma grandeza físico-química que indica se uma solução é ácida, alcalina (básica) ou neutra. Ele mede a concentração de íons hidrônio ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) ou hidrogênio ( $\text{H}^+$ ) existentes numa solução. Dessa forma quanto mais íons hidrônio houver na solução, mais ácida ela será e quanto mais íons hidroxila ou oxidrila ( $\text{OH}^-(\text{aq})$ ) houver na solução mais básica (alcalina) ela será.

A determinação do pH ocorreu em 1909, pelo bioquímico dinamarquês Soren Peter Lauritz Sorensen (1868-1939) enquanto trabalhava no controle de qualidade da produção de cervejas do Laboratório Carlsberg. O “p” vem do alemão “potenz” que significa poder de concentração e o “H” é para o íon de hidrogênio (FERNANDES, 2013, p. 3).

A medida do pH é realizada por uma escala de 0 a 14 (figura 1). Assim, se a solução estiver abaixo de 7 será ácida; se estiver acima de 7 será básica (alcalina) e se for 7 será neutra.

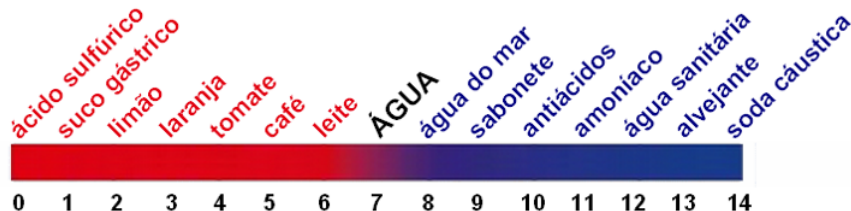
Figura 1 – Escala de pH.



Fonte: Elaborada pelos autores, com base em O que é pH? (BATISTA 2025).

Substâncias ácidas, básicas e neutras, são muito presentes em nosso cotidiano (figura 2) sendo empregadas na higiene pessoal, alimentação, medicamentos, limpeza, dentre outros.

Figura 2 – Exemplos de substâncias e seus valores – aproximados – de pH.



Fonte: Elaborada pelos autores, com base em Problemas na medição de pH? (CAP-LAB, 2021).

Dos três ácidos que citamos anteriormente, sulfúrico, nítrico e carbônico, que podem compor a chuva ácida, os ácidos sulfúrico e nítrico possuem pH na faixa de 1,0 e são ácidos considerados fortes, pois possuem elevado *grau de ionização* – relação entre o número de moléculas ionizadas e o número total de moléculas dissolvidas – maior ou igual a 50%. Já o ácido carbônico é considerado um ácido fraco, porque possui grau de ionização baixo ( $\leq 5\%$ ) e seu pH está na faixa 5,6, que é pouco ácido. Porém, devido a grande quantidade que é produzido também, entra na composição da chuva ácida.

Para medirmos o pH de uma solução podemos utilizar um *pHmetro* – aparelho eletrônico – ou indicadores ácido-base que são substâncias que adquirem colorações distintas quando em contato com compostos ácidos ou

básicos e podem ser artificiais e naturais.

Os indicadores artificiais mais empregados em laboratório são a fenolftaleína, alaranjado de metila, azul de bromotimol e tornassol – *papel de tornassol* – cuja mudanças de coloração na solução, constam no quadro 1. Além dos artificiais existem os indicadores naturais, tais como o repolho roxo, flores de azaleias, dentre outros que também mudam de cor em presença de ácidos e bases (BATISTA, 2024).

Quadro 1 – Indicadores artificiais e sua coloração em presença de ácidos e bases.

| Indicador            | Coloração na Solução |                                 |                 |
|----------------------|----------------------|---------------------------------|-----------------|
|                      | Ácida (pH < 7)       | Neutro (pH = 7)<br>Cor original | Básica (pH > 7) |
| Fenolftaleína        | Incolor              | Incolor                         | Lilás           |
| Alaranjado de metila | Vermelho             | Alaranjado                      | Amarelo         |
| Azul de bromotimol   | Amarelo              | Verde                           | Azul            |
| Tornassol            | Vermelho             | Amarelo                         | Azul            |

Fonte: Elaborada pelo autores, com base em Indicadores ácido-base (BATISTA, 2025).

Conhecer o pH da chuva nos permite prever suas consequências, pois quanto mais ácida ela for (menor valor de pH), mais preocupante ela será, já que será mais agressiva e poderá causar mais estragos ao meio ambiente, as atividades humanas e a saúde.

No meio ambiente, a chuva ácida promove a acidificação dos solos, devido a reação dos ácidos nela presentes, com elementos químicos do solo desprendendo metais, que contaminam as águas, removendo os nutrientes do solo (lixiviação) que são essenciais as plantas, podendo tornar o solo infértil ou menos produtivo, o que resulta em matas e florestas enfraquecidas.

A atuação dos ácidos promove o rompimento da superfície cerosa das folhas (figura 3) levando a perda de nutrientes e tornando as árvores mais suscetíveis a fungos e insetos além de deixar o crescimento das raízes mais lento. Prejudica também o transporte de nutrientes e promove o acúmulo de íons tóxicos no solo afetando as zonas de crescimentos das raízes permitindo que íons importantes para as plantas, reajam com fosfatos, formando sais e sejam arrastados pelas águas.

Figura 3 – Mostra do efeito da chuva ácida nas folhas.



Fonte: OLHAR DIRETO, 2015.

A chuva ácida tem um impacto enorme sobre a infraestrutura urbana. Ao longo do tempo ela promove o aumento da corrosão atmosférica, danificando monumentos (figura 4), estruturas elétricas e edifícios, principalmente os construídos ou revestidos com calcita ( $\text{CaCO}_3$ ), principal constituinte dos calcários e mármore, que são atacados pela chuva, segundo a equação:



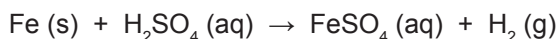
Figura 4 – Escultura atacada pela chuva ácida.



Fonte: MELHORAR O MEIO AMBIENTE, 2025.

A figura 4 mostra o efeito da chuva ácida durante um período de sessenta anos de exposição de uma estátua de arenito, localizada num castelo em Westphalia, Alemanha. Ela foi fotografada em 1908 – imagem a esquerda – e em 1968 – imagem a direita (SOUZA, et al 2016).

Nas estruturas metálicas, em especial as de ferro, a chuva ácida aumenta a oxidação, causando rápido aumento da ferrugem ou mesmo a destruição do ferro, como mostra a equação:



Além dos perigos causados à população, estes processos resultam também em elevados custos de restauração, manutenção e substituição de materiais.

Nos rios e lagos, a chuva ácida pode causar a morte de peixes e outras formas de vida. A acidez atrapalha a produção de enzimas permitindo que as larvas da maior parte das espécies de peixes de água doce, escapem das suas ovas. Mobiliza sedimentos do fundo dos lagos e rios e libera metais como alumínio, ferro, magnésio e outros que formam sais aumentando assim a mortandade ou dificultando a reprodução (figura 5). Sais de alumínio em solução, por exemplo, promovem a produção de muco em excesso ao redor das guelras de alguns peixes, prejudicando a respiração e causando a morte (PORTAL DE ESTUDOS EM QUÍMICA, 2019).

Figura 5 – Contaminação da água pelo aumento da acidez.



Fonte: SÓ GEOGRAFIA, 2007-2024.

Em relação a saúde humana, a chuva ácida não é diretamente nociva, mas alguns íons liberados por sua ação, caso ingeridos podem causar diarreia (principal causador: Cobre); aumento da ocorrência da doença de Alzheimer (principal causador: Alumínio), dentre outros. Além disso, partículas finas em suspensão no ar, de sais, sulfatos e nitratos, também liberados por ação dos ácidos, estão relacionadas ao aumento da mortalidade de pessoas por doenças pulmonares e até mesmo o câncer.

O Brasil possui alguns registros de casos de chuva ácida em Cubatão – SP, uma região muito industrializada que nos anos oitenta, registrou altos níveis de poluição por gases de enxofre e nitrogênio. A chuva ácida na cidade destruiu grandes áreas da Mata Atlântica e afetou a saúde dos moradores provocando um elevado número de casos de doenças respiratórias, como asma e bronquite os quais tiveram como principais vítimas crianças e idosos. Na época a cidade ficou conhecida mundialmente por “Vale da Morte” (PENSAMENTO VERDE, 2024).

Como forma de reduzir esses índices, foram realizados monitoramentos referentes à qualidade do ar, algumas medidas como: recuperação ambiental, implantação de programas de reflorestamento e a revitalização do ecossistema local também foram adotadas, a fim de melhorar as consequências sofridas com a chuva ácida.

Apesar dos enormes avanços na redução da poluição, desde os anos oitenta, Cubatão ainda hoje, enfrenta vários problemas ambientais, tais como a contaminação do solo e água, necessita também de monitoramento constante, continuidade da recuperação dos ecossistemas principalmente, manguezais e Mata Atlântica; além da necessidade de dar tratamento adequado aos resíduos contaminados (PENSAMENTO VERDE, 2024).

Além de Cubatão, a chuva ácida também atingiu Ouro Preto – MG, atacando esculturas (figura 6) como a de Antônio Francisco Lisboa (1730/1738-1814), o Aleijadinho.

Figura 6 – Escultura do Aleijadinho, atacada pela chuva ácida.



Fonte: MATHEUS CHIABI, 2023.

Abaixo apresentamos um esquema (figura 7) que representa as emissões de gases poluentes, a formação e os efeitos da chuva ácida causados no meio ambiente.

Figura 7 – Esquema simplificado da formação da chuva ácida e alguns de seus efeitos.



Fonte: PEDRO COELHO, 2013.

Entretanto, apesar de todas as catástrofes que podem ser provocadas pela chuva ácida, existem métodos que podem auxiliar a reduzir as emissões poluentes, tais como, a utilização de fontes de energia renováveis e menos poluentes (hidrelétrica, geotérmica, eólica); utilização de filtros nas chaminés das fábricas; uso de transportes coletivos que diminui o número de

carros em circulação entre outros. Porém para que esses métodos possam ser eficazes é necessário o desenvolvimento de campanhas educacionais e políticas públicas, que façam a implementação de normas ambientais rigorosas que fiscalizem e promovam a conscientização da sociedade no intuito de divulgar os impactos da chuva ácida e a importância da mudança de hábitos.

Sabendo da importância da preservação do meio ambiente e dos perigos da chuva ácida, desenvolvemos este trabalho, no qual mostramos experimentalmente, a formação desse fenômeno e, baseado nessa prática, explicamos a nossa comunidade escolar, a problemática da chuva ácida, suas causas, perigos para o homem e o meio ambiente, e possíveis prevenções, além de destacarmos também, a aplicação das ciências em nosso cotidiano.

## OBJETIVO

Explicar sobre o fenômeno da chuva ácida e seus efeitos prejudiciais. Apresentar medidas da redução de gases poluentes. Buscar conscientizar o público da nossa comunidade escolar, que assistir nossas apresentações, como eles poderão ajudar na preservação do meio ambiente. Destacar a responsabilidade ambiental que todos devemos ter, visando garantir um futuro melhor e mais saudável para as futuras gerações.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Realizamos este trabalho no Colégio Brigadeiro Newton Braga – CBNB, um Colégio Federal administrado pela Força Aérea Brasileira (FAB), localizado na cidade do Rio de Janeiro – RJ. Para o desenvolvimento dessa atividade, inicialmente tivemos aulas teóricas e práticas com os nossos professores orientadores nas quais estudamos, dentre outros, sobre materiais de laboratório, reações químicas, indicadores ácido-base, meio ambiente, chuva ácida.

Em seguida simulamos a formação da chuva ácida, empregando os seguintes materiais:

- 01 pote de vidro (500 mL), com tampa.
- 01 pedaço de fio de cobre (30 cm).
- Fósforo ou isqueiro.
- Enxofre em pó.
- Água.
- Azul de bromotimol (indicador ácido-base).

De pose desses materiais, montamos a aparelhagem para a formação da chuva ácida. Inicialmente enrolamos a ponta do fio de cobre (figura 8) onde colocaremos o enxofre.

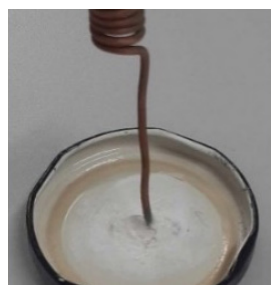
Figura 8 – Fio de cobre com a ponta enrolada.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Após furamos a tampa do frasco (figura 9a) e fixamos o fio de cobre que enrolamos (figura 9b). É importante que o espaço entre a tampa e o fio de cobre seja vedado com algum tipo de cola (figura 9c) para evitar a saída da fumaça, gerada na queima do enxofre. Nós empregamos cola de silicone branca.

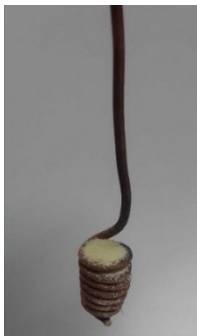
|                              |                                            |                                                     |
|------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Figura 9a – Tampa do frasco. | Figura 9b – Tampa com fio de cobre fixado. | Figura 9c - Tampa com fio de cobre fixado e colado. |
|------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------|



Fonte: Elaborada pelos autores.

Na sequência colocamos enxofre em pó no fio de cobre (figura 10).

Figura 10 – Fio de cobre com enxofre.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Em seguida colocamos 200 mL de água no recipiente de vidro e adicionamos 15 gotas de azul de bromotimol. A água adquiriu coloração azul (figura 11a). Com um isqueiro realizamos a queima do enxofre e assim que a fumaça começou a ser produzida, colocamos a tampa no recipiente de vidro e fechamos (figura 11b).

Figura 11a – Recipiente com água e azul de bromotimol.



Figura 11b – Formação dos gases oriundos da queima do enxofre.



Fonte: Elaborada pelos autores.

A fumaça gerada na queima do enxofre entrou em contato com a água, com azul de bromotimol, formando ácido sulfúrico. O indicador mudou sua coloração, de azul para amarelo (figura 12), devido a presença desse ácido.

Figura 12 – Reação de produção do ácido e mudança de coloração (azul para amarelo).



Fonte: Elaborada pelos autores.

Após a realização do experimento, montamos uma aula que apresentamos em nossa comunidade escolar. Nesse caso os alunos vão ao laboratório de química, onde explicamos sobre a chuva ácida, mostramos o experimento, apresentamos suas etapas e discutimos o que pesquisamos e estudamos, sobre esse problema ambiental.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

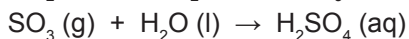
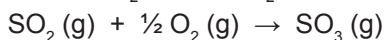
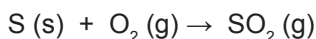
Com o experimento reproduzimos em pequena escala, um processo que ocorre na atmosfera terrestre e que nos possibilita de forma simples, explicar a formação da chuva ácida e seus impactos ambientais.

O azul de bromotimol que empregamos, é um indicador ácido-base orgânico sintético de fórmula química  $C_{27}H_{28}Br_2O_5S$ . Em condições ambientes é um sólido cristalino branco, amarelado ou creme, comercializado na forma de pó, parcialmente solúvel em água e solúvel em alguns solventes orgânicos. Sua solução é preparada – resumidamente – pela adição de hidróxido de sódio (NaOH – soda cáustica), até que atinja a cor verde, seguida da adição de água destilada. Ele é muito empregado na medição do pH de aquários, tanques de peixes, observação da fotossíntese, dentre outros (DOMINGOS e GARRET, 2024).

Em meio neutro (pH = 7,0) ou muito próximo a este, o azul de bromotimol possui cor verde, mas se adicionado a uma solução ácida, passa a

amarelo e em presença de solução básica, passa a cor azul. Esse fenômeno ocorre devido à mudança no equilíbrio químico do indicador em resposta à acidez do meio, permitindo a comprovação visual da formação do ácido.

No experimento que realizamos, observamos a mudança de cor da água com indicador de azul para amarelo, devido a formação do ácido. Essa formação ocorreu, pois, quando queimamos o enxofre (S), ele reagiu com o oxigênio (O<sub>2</sub>) presente no ar atmosférico, formando dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) e posteriormente trióxido de enxofre (SO<sub>3</sub>). Este gás presente na fumaça branca gerada reagiu com a água formando ácido sulfúrico, segundo as equações:



A realização desse experimento possibilita uma grande discussão que incluem aspectos científicos, econômicos, sociais, meio ambiente e saúde, que podem gerar um resultado muito positivo que irá beneficiar nossa comunidade escolar.

Os alunos que assistiram nossas aulas, se mostraram bastante motivados, principalmente, quando realizamos o experimento, o que já esperávamos em virtude da química ser uma ciência basicamente experimental, logo a realização de práticas além de facilitar o entendimento e o aprendizado, pode até mesmo motivar ao estudar desta ciência.

Assim, motivados pela visualização do experimento, a interação com as turmas se torna mais fácil e por consequência, facilita nossa apresentação possibilitando atrair ainda mais, a atenção dos estudantes para a conscientização dos problemas da chuva ácida, buscando fazê-los refletir sobre a responsabilidade de cada um com nosso planeta.

Além disso, a parte experimental, permite que os alunos compreendam a importância do estudo das ciências e sua presença constante na vida cotidiana de todos nós.

## CONCLUSÕES

A chuva ácida pode causar inúmeros danos ao meio ambiente, a saúde humana, além de provocar um custo econômico muito significativo devido aos danos que causa a prédios, casas, monumentos, dentre outros.

Todos sabemos da importância do solo para a vida no planeta, pois

é dele que retiramos a maior parte dos alimentos que consumimos e onde encontramos os lençõs freáticos que são grande parte do reservatório de água potável que utilizamos. A chuva ácida pode acidificar o solo, fazer com que diversos metais nele presentes se tornem prejudiciais para a saúde, tornando-o impróprio para o plantio além de contaminar os lençõs freáticos.

Dessa forma, acreditamos que a educação ambiental que pode desenvolver uma conscientização sobre as consequências desse fenômeno é de fundamental importância, uma vez que sabendo dos efeitos nocivos que a chuva ácida pode provocar e conhecendo os motivos que levam a sua formação, as pessoas podem adotar práticas sustentáveis que venham ajudar a reduzir as emissões de gases, o que poderá garantir um futuro mais saudável para a humanidade.

Acreditamos que o desenvolvimento desse trabalho pode colaborar nesse sentido, já que mostramos experimentalmente como a chuva ácida é formada, explicamos suas consequências para a humanidade e também, apresentamos métodos que podem ajudar a reduzir sua formação.

Além disso, acreditamos também, que nosso trabalho pode colaborar para aproximar os alunos das ciências e até mesmo motivá-los ao estudo da química, já que através do experimento que apresentamos destacamos conteúdos que são apresentados em sala de aula, o que possibilita aos estudantes vivenciar na prática o que foi apresentado na teoria, facilitando o aprendizado.

Participar deste trabalho nos permite a oportunidade de aumentar nossos conhecimentos científicos, aprendermos sobre a importância da conservação do meio ambiente e também, adquirirmos conhecimentos experimentais que nos ajudarão em nossos estudos futuros.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, G. R.; MARRANGHELLO, G. F.; DORNELES, P. F. T. **Mudanças Climáticas: Chuva Ácida**. Planetário da Universidade Federal do Pampa, 2020. Disponível em: <<https://sites.unipampa.edu.br/planetario/files/2020/11/texto-do-video-mudancas-climatica-chuva-acida.pdf>>. Acesso em: 17 mai. 2024.

BATISTA, Carolina. **Indicadores Ácido-Base**. Toda Matéria, [s.d.]. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/indicadores-acido-base/>>. Acesso em: 16 mai. 2024.

BATISTA, Carolina. **O que é pH?**. Toda Matéria, [s.d.]. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/o-que-e-ph/>>. Acesso em: 16 mai. 2024.

Cap-Lab. **Problemas na medição de pH?**. 2021. Disponível em: <<https://cap-lab.com.br/equipamentos/dicas-medicao-ph/>>. Acesso em: 10 jun. 2024.

DOMINGOS, H. C. T.; GARRET, Rafael. **Azul de bromotimol, C<sub>27</sub>H<sub>28</sub>Br<sub>2</sub>O<sub>5</sub>S**. 2024. Química Nova Interativa. Sociedade Brasileira de Química. Disponível em: <[https://qnint.sbq.org.br/qni/popup\\_visualizarMolecula.php?id=--bixYN-7ZKIYqzAcYM9D\\_Re5ezAnm0TMO-SHhA0WKCxN23Vb9CWIqXbzRFyII99YKoYBvxqMzPrqb-c-8k3FFYg](https://qnint.sbq.org.br/qni/popup_visualizarMolecula.php?id=--bixYN-7ZKIYqzAcYM9D_Re5ezAnm0TMO-SHhA0WKCxN23Vb9CWIqXbzRFyII99YKoYBvxqMzPrqb-c-8k3FFYg)>. Acesso em: 16 mai. 2024.

FERNANDES, Alexandre. **A Medida de pH e Condutividade**. SANEPAR, Agosto 2013. Disponível em: <[https://www.gehaka.com.br/downloads/apresentacao\\_sanepar.pdf](https://www.gehaka.com.br/downloads/apresentacao_sanepar.pdf)>. Acesso em: 10 jun. 2024.

FERREIRA, M. S. **Formulação de Combustíveis Alternativos em Sistemas Microemulsionados Empregando Óleos Vegetais e Derivados**. São Luís : UFMA, 2006, 111 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Química, UFMA, São Luís - MA, 2006. Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp065636.pdf>>. Acesso em: 9 jun. 2024.

LANGANKE, Roberto. **Conservação para Ensino Médio**. Chuva Ácida. 2024. Disponível em: <[https://ecologia.ib.usp.br/lepac/conservacao/ensino/des\\_chuva.htm](https://ecologia.ib.usp.br/lepac/conservacao/ensino/des_chuva.htm)>. Acesso em: 9 jun. 2024.

MAGALHÃES, Lana. **Chuva Ácida**. Toda Matéria, [s.d.]. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/chuva-acida/>>. Acesso em: 16 mai. 2024.

MATHEUS CHIABI. **Saiba porque a chuva ácida é uma verdadeira ameaça**. 2023. Disponível em: <<https://blog.cicloorganico.com.br/sustentabilidade>>.

de/saiba-porque-a-chuva-acida-e-uma-verdadeira-ameaca/>. Acesso em: 09 jun. 2024.

MELHORAR O MEIO AMBIENTE. **Chuvas Ácidas**. 2025. Disponível em: <<https://melhoraroambiente.webnode.com.pt/problemas-ambientais/chuvas-acidas/>>. Acesso em: 10 jun. 2024.

OLHAR DIRETO. **Cetesb confirma que chuva ácida atingiu Cubatão após vazamento**. 2015. Disponível em: <<https://www.olhardireto.com.br/noticias/exibir.asp?id=388809&noticia=cetesb-confirma-que-chuva-acida-atingiu-cubatao-apos-vazamento>>. Acesso em: 14 jun. 2024.

PEDRO COELHO. **Chuva Ácida**: Causas, Consequências e Medidas de Prevenção. 2013. Disponível em: <<https://www.engquimicasantosp.com.br/2013/11/chuva-acida.html>>. Acesso em: 16 mai. 2024.

PENSAMENTO VERDE. **A história da poluição em Cubatão e como a cidade deixou de ser o “Vale da Morte”**. 2024. Disponível em: <<https://www.pensamentoverde.com.br/sustentabilidade/historia-poluicao-cubatao-cidade-deixou-vale-morte/>>. Acesso em: 10 jun. 2024.

PORTAL DE ESTUDOS EM QUÍMICA. **Chuva Ácida**. 2019. Disponível em: <[https://www.profpcc.com.br/chuva\\_acida.htm](https://www.profpcc.com.br/chuva_acida.htm)>. Acesso em: 20 mai. 2024.

R. B. SOUZA; M. S. REBOITA; A. P. WERLE; E. B. C. COSTA. **Influência das Variáveis Atmosféricas na Degradação dos Materiais da Construção Civil**. REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil Vol 13 - nº 1 (2016). Disponível em: <<https://repositorio-api.fei.edu.br/server/api/core/bitstreams/2c507979-702a-4f79-b0e3-55356f89d4b8/content>>. Acesso em: 14 jun. 2024.

SÓ GEOGRAFIA. **Chuva ácida**. Virtuoso Tecnologia da Informação, 2007-2024. Disponível em: <<http://www.sogeografia.com.br/Conteudos/Geografia-Fisica/Brasil/problemas 5.php>>. Acesso em: 10 jun. 2024.



# Capítulo 6

## CONSTRUÇÃO DE FOGUETE E EXTINTOR DE INCÊNDIO CÁSEIRO À BASE DE ÁCIDO ACÉTICO E BICARBONATO DE SÓDIO

Ana Júlia Nascimento de Oliveira

Júlia de Campos Vinagre

Laís dos Santos Fabrício

Laura Oliveira Bento de Faria

Yasmim Vieira Barboza Porciuncula de Moraes

Marcelo Delena Trancoso

Rômulo Ferreira da Silva

### RESUMO

A busca pela segurança e pela exploração do desconhecido tem impulsionado a humanidade a criar inovações ao longo da história. Assim foi desenvolvido este projeto, que explora a aplicação da reação química entre o vinagre e do bicarbonato de sódio na construção de um foguete, um extintor de incêndio e uma “substância invisível”, com o objetivo de apresentar conceitos físicos e reações químicas de forma lúdica para atrair a atenção da nossa comunidade escolar e incentivar os alunos a ciência e mesmo ao estudo das disciplinas científicas. A metodologia envolve a preparação de soluções de vinagre e bicarbonato de sódio que ao reagirem liberam dióxido de carbono (gás carbônico), que é utilizado como propulsor no foguete e para apagar chamas quando no extintor e na “substância invisível”. Os testes que realizamos mostraram que a reação é eficaz na produção de quantidade suficiente

de gás carbônico para lançar o foguete a alturas e alcances significativos e também, para extinguir pequenas chamas.

**Palavras-chave:** Foguete. Extintor. Reações Químicas.

## INTRODUÇÃO

Ao longo da história da humanidade, diversos tipos de foguetes foram desenvolvidos. Inicialmente, os foguetes serviam como armamento, fogos de artifício e para sinalização. Atualmente, temos um entendimento aprofundado de suas capacidades em contextos espaciais, permitindo que essa tecnologia seja explorada por diversos países para fins de pesquisa.

Os experimentos realizados neste projeto exploram conceitos fundamentais de física e química, aplicados a situações práticas e educativas.

O primeiro conceito abordado é a aerodinâmica, que é crucial para entender o comportamento de objetos em movimento através de fluidos, como o ar. Na física, a aerodinâmica trata do estudo das forças e dos movimentos resultantes quando um objeto, como um foguete, se desloca através do ar. Esses princípios são essenciais para otimizar a estabilidade e a eficiência de veículos aéreos, sejam eles foguetes – um dos focos do nosso projeto – ou aviões, por exemplo.

Este projeto tem como principal objetivo a construção de um foguete artesanal que será impulsionado por uma reação química entre o vinagre e o bicarbonato de sódio (MANUAL DO MUNDO, 2015).

A construção desse foguete proporciona uma experiência didática enriquecedora, ganhando destaque para a reação química, onde o gás gerado pela reação e a aerodinâmica influenciam diretamente na altura e na estabilidade do voo.

Isso pode oferecer aos integrantes da nossa comunidade escolar que assistirem nossas apresentações, a oportunidade de observar e compreender conceitos fundamentais da química e da física de maneira prática e inteligente.

Outro componente deste projeto é um extintor de incêndio caseiro, que além de poder servir como um instrumento educativo para o aprendizado, pode ser empregado na segurança em ambientes residenciais e mesmo públicos, de pequeno tamanho, pois pode extinguir pequenos focos que po-

deriam gerar um incêndio. Através do entendimento de seu funcionamento e construção, os participantes podem adquirir práticas seguras para situações de emergência.

Entretanto, é importante destacarmos aqui que em caso de fogo, o Corpo de Bombeiros deve ser chamado imediatamente, visando evitar que o fogo saia de sua fase inicial, se transformando em um incêndio de grandes proporções. Além disso, qualquer extintor só deve ser empregado apenas na fase inicial das chamas e por pessoa com conhecimento do equipamento (CBMCE, 2023).

Semelhante ao foguete, o extintor de incêndio caseiro também opera com base na reação entre o vinagre e o bicarbonato de sódio. Embora a substituição de um extintor convencional por um caseiro não seja adequada em todas as situações, a compreensão desses princípios químicos e físicos é importante para o aprendizado pois pode até mesmo motivar ao estudo das ciências.

Este trabalho apresenta breves relatos históricos sobre a criação dos foguetes e extintores de incêndio na sociedade, destacando como essas invenções resultaram da evolução da ciência e impulsionaram a tecnologia e a segurança no cotidiano.

## **BREVE HISTÓRIA DOS FOGUETES**

De acordo com a NASA, o primeiro registro relacionado a foguetes data de 1232, na China, onde foram utilizados como propulsores de flechas durante a guerra de Kai-Keng. Utilizando pólvora, o povo chinês empregou flechas de fogo contra os mongóis (NASA, 2012).

Atualmente, o desenvolvimento dos foguetes é atribuído a três pioneiros: Konstantin Eduardovich Tsiolkovski (1857-1935) foi um cientista de foguetes russo; Robert Hutchings Goddard (1882-1945) foi um físico experimental estadunidense e Hermann Oberth (1894-1989) que foi um cientista alemão. Tsiolkovsky, cientista russo e soviético, foi um dos primeiros a formular teorias sobre a astronáutica, incluindo a equação para determinar a força necessária para manobras de foguetes e a velocidade para orbitar a Terra com foguetes movidos a oxigênio e hidrogênio líquido (GREELANE, 2019).

Robert Hutchings Goddard foi o primeiro a testar motores de foguetes com combustível líquido, lançando, em 16 de março de 1926, o primeiro foguete desse tipo. Este foguete utilizou uma mistura de petróleo e oxigênio

líquido e foi posteriormente equipado com instrumentos como barômetro, termômetro e câmera de filmagem (GREELANE, 2019).

Hermann Oberth, também contribuiu significativamente, realizando testes com motores de foguetes movidos a combustíveis líquido e sólido. Suas obras, como “Wege zur Raumschiffahrt” (“Caminhos para Viagens Espaciais”), publicado em 1929, foi considerada muito importante sobre foguetes e pode ter sido até mesmo, fundamental para o desenvolvimento da ciência astronáutica (GREELANE, 2019).

### **BREVE HISTÓRIA DO EXTINTOR DE INCÊNDIO:**

O relato mais antigo de um extintor de incêndio remonta a cerca de 200 a.C., por Ctesíbio de Alexandria (285-222 a.C.), um matemático e engenheiro grego que inventou uma bomba manual para fornecer água em casos de incêndio (TRICURIOSO, 2018).

O extintor foi aprimorado em 1818 por George William Manby (1765-1854), um capitão britânico que desenvolveu um recipiente de cobre contendo uma solução líquida de carbonato de potássio, pressurizada com ar comprimido para a correta expulsão da substância (TRICURIOSO, 2018).

Em 1872, Thomas J. Martin (1842-1872) que foi um inventor, melhorou o extintor, utilizando espuma química para combater incêndios. Essa espuma era armazenada em um cilindro e propelida por nitrogênio ou dióxido de carbono (TRICURIOSO, 2018).

Neste trabalho, apresentamos os foguetes como uma forma de demonstrar práticas de propulsão baseadas em conceitos físicos e químicos que podem ser observados no cotidiano.

Além dos foguetes, abordaremos também os extintores de incêndio. Explicaremos ao público da feira de ciências como funciona um dos itens essenciais para nossa segurança, tornando esse conhecimento mais acessível e compreensível através de uma abordagem visual.

Como isso, nosso projeto visa atrair nossa comunidade escolar, em especial os alunos de nosso colégio, pois julgamos que os experimentos que apresentaremos são interessantes e de fácil visualização, podendo ser úteis para explicar e conceituar conceitos estudados. Esperamos, dessa maneira, “atrair” nossos colegas, também alunos, para a área das ciências, utilizando um projeto tradicional de feira de ciências.

Complementando nosso trabalho, apresentamos o projeto da

“substância invisível” de forma divertida e recreativa. Focamos na explicação de conceitos de química relacionados às reações químicas envolvidas nesse projeto, porém de forma descomplicada e clara para o público.

## OBJETIVO

Apresentar o funcionamento de um extintor de incêndio caseiro e de um foguete artesanal que podem ser construídos com materiais do cotidiano. Destacar aplicações práticas da física e da química mostrando assim, a nossa comunidade escolar, a presença constante das ciências em nosso cotidiano. Mostrar que a ciência além de ser educativa e importante, pode ser também mágica.

## METODOLOGIA

Para a elaboração do projeto apresentado, foram feitos três experimentos desenvolvidos no Colégio Brigadeiro Newton Braga, testados no mesmo e na casa das alunas participantes do projeto. Os projetos apresentados são os seguintes: um foguete, um extintor de incêndio e uma “substância invisível”; os três apresentando diversas utilidades do vinagre com o bicarbonato de sódio com apenas uma reação. Primeiramente, para a realização do foguete, empregamos os seguintes materiais:

- 02 (duas) garrafas PET de 2 Litros.
- Papel cartão.
- Cola Super Bonder.
- 01 (um) filtro de café.
- Linha de costura.
- Rolha de vinho.
- 10 g de bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ).
- 200 mL de vinagre ( $\text{H}_3\text{C}-\text{COOH}$ ).

Na montagem do foguete, divididos o processo em duas etapas:

- Estrutura.
- Combustível.

## ESTRUTURA

Para essa etapa, uma das garrafas PET foi cortada ao meio, sendo encaixada a parte da tampa na parte de trás da garrafa não cortada, colando

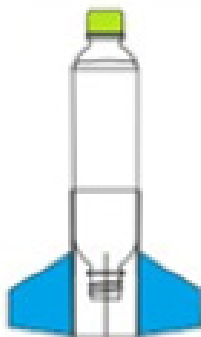
com a cola Super Bonder (figura 1). Em seguida, cortamos uma circunferência de papel cartão com 20 cm de diâmetro, enrolamos e colamos na garrafa, fazendo a ponta do foguete (figura 2). Para auxiliar na aerodinâmica, assim como a ponta, utilizamos o papel cartão para fazer quatro aletas para o foguete, sendo coladas na parte inferior do foguete, cada uma com 7,28 cm de distância ao redor da garrafa (figura 3).

Figura 1 – Locais de corte das garrafas



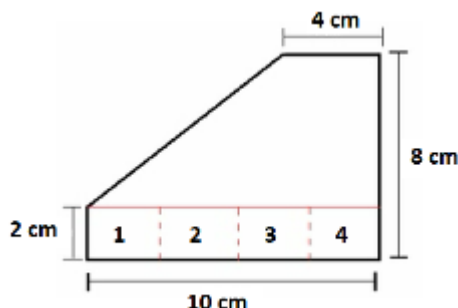
Fonte: OLIVEIRA, Fernando Sousa De (2019, p.114)

Figura 2 – Modelo do foguete após o corte



Fonte: OLIVEIRA, Fernando Sousa De (2019, p.115)

Figura 3 – Tamanho das aletas



Fonte: OLIVEIRA, Fernando Sousa de (2019, p.113)

## COMBUSTÍVEL

Para essa etapa, empregamos como o combustível, o vinagre, que colocamos dentro da garrafa e o bicarbonato de sódio que colocamos dentro de um filtro de café e amarramos com uma linha de costura, de modo que o filtro ficasse no topo da garrafa (JUNCKER, 2024), impedindo que a reação ocorresse antes do esperado.

Após montado, colocamos a rolha na garrafa e sacudimos para os compostos se misturarem, ganhando pressão por cerca de 2 minutos, até que a rolha seja expulsa e o foguete ganhe propulsão (figura 4). Para que o foguete alcance a distância horizontal máxima, é necessário que a base de lançamento esteja a um ângulo de 45° em relação ao solo (figura 5), além de ser utilizado as quantidades necessárias dos reagentes.

Figura 4 – Modelo do segundo teste do foguete.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Figura 5 – Terceiro modelo de teste do foguete.



Fonte: Elaborada pelos autores.

No experimento do extintor de incêndio, utilizamos os seguintes materiais:

- 01 (uma) garrafa PET de 500 mL.
- 01 (um) tubo de ensaio de 35 mL.
- 01 (um) tubo de conta gotas.
- 350 mL de vinagre ( $\text{H}_3\text{C}-\text{COOH}$ ).
- 30 g de bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ).

Para a montagem do extintor de incêndio, adaptamos a tampa da garrafa para que a ponta do conta gotas fique no meio da tampa da garrafa. Depois, colocamos o vinagre dentro da garrafa e o bicarbonato dentro do tubo de ensaio, tomando cuidado ao inserir o tubo dentro da garrafa, para que o bicarbonato não entre em contato com o vinagre, iniciando a reação (figura 6). Após a montagem feita, agitamos a garrafa tampando o buraco do conta gotas, fazendo com que a pressão dentro da garrafa expulse o líquido, podendo ser despejado diretamente no fogo.

Figura 6 – Modelo de teste do extintor de incêndio.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Para o último experimento – a substância invisível (BORA APRENDER?, 2021), empregamos os seguintes materiais:

- 01 (uma) garrafa PET de 500 mL.
- Bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ).
- Vinagre ( $\text{H}_3\text{C}-\text{COOH}$ ).
- 01 (uma) vela.

Para a montagem deste experimento, inicialmente acendemos uma vela.

Em seguida colocamos um pouco de bicarbonato de sódio na garrafa PET e adicionamos vinagre a até cerca de um terço do recipiente. Imediatamente tapamos a garrafa com as mãos e esperamos alguns segundos até que a reação química seja processe.

Após a reação, viramos o recipiente em direção à vela acesa, mas sem derramar o líquido da reação (MARTINS, 2014).

A chama da vela se apagará instantaneamente.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### ● Resultados e discussão do foguete de vinagre e bicarbonato de sódio:

Neste experimento, foram feitos três testes buscando investigar a intensidade da reação química entre o vinagre e o bicarbonato de sódio na

propulsão do foguete. A seguir, apresentamos os dados coletados durante os três lançamentos (quadro 1), avaliados em altura máxima atingida, alcance e tempo de voo.

Quadro 1 – Resultados dos lançamentos dos foguetes

| Teste   | Altura | Alcance | Tempo de voo | Resultado   |
|---------|--------|---------|--------------|-------------|
| Teste 1 | 0 m    | 0 m     | 0 s          | Falha       |
| Teste 2 | 2,5 m  | 1 m     | 2,5 s        | Ineficiente |
| Teste 3 | 7 m    | 0 m     | 4 s          | Ineficiente |
| Teste 4 | 10 m   | 11,5 m  | 5 s          | Eficiente   |

Fonte: Elaborada pelos autores.

Os resultados do experimento com o foguete de vinagre e bicarbonato de sódio indicam que a reação entre o ácido acético (vinagre) e o bicarbonato de sódio gera dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), conforme a reação a seguir:



A partir dessa reação, é criada pressão suficiente para o foguete ser lançado. A altura máxima, o alcance e o tempo de voo podem variar dependendo da quantidade de reagentes utilizados, além do ângulo de lançamento. Durante os testes, o foguete foi lançado a partir de um ângulo de  $45^\circ$ , resultando no alcance máximo possível com 10 g de bicarbonato de sódio e 200 mL de vinagre utilizados.

Analisando os dados, é possível perceber que durante o primeiro teste o foguete apresentou falhas, sendo as mesmas de montagem inadequada, resultando na impossibilidade de criação de pressão. Durante o segundo teste, o foguete apresentou distribuições desiguais dos reagentes, e durante o terceiro, falhas de controle aerodinâmico. Após ajustes nas composições do foguete e do seu exterior, as instabilidades se apresentaram em um nível menor, possibilitando um voo mais fluido.

#### ● Resultados e discussões do extintor de incêndio caseiro:

Para o experimento do extintor de incêndio caseiro, foi utilizada a mesma reação apresentada no foguete de bicarbonato de sódio e vinagre.

Os dados abaixo foram coletados a partir de dois testes (quadro 2), avaliados em alcance máximo e tempo de funcionamento.

Quadro 2 – Resultados da eficiência do extintor de incêndio

| Teste   | Alcance | Tempo | Resultado   |
|---------|---------|-------|-------------|
| Teste 1 | 2 m     | 40 s  | Eficiente   |
| Teste 2 | 1 m     | 15 s  | Ineficiente |

Fonte: Elaborada pelos autores.

A partir dos resultados, é possível perceber primeiramente uma eficácia durante seu uso, principalmente para incêndios de pequeno porte. A reação entre esses componentes gera dióxido de carbono, facilitando o combate ao incêndio.

Contudo, durante o segundo teste foi possível perceber uma falha no funcionamento do extintor, devido à quantidade limitada dos componentes necessários para a reação - o vinagre e o bicarbonato de sódio. Ao invés de utilizar as quantidades necessárias (30 g de bicarbonato de sódio e 350 mL de vinagre), resolvemos testar a capacidade do extintor com menos solução, gerando, assim, uma reação ineficiente.

Mesmo que o extintor de incêndio caseiro (figura 7) seja uma opção criativa para o controle de pequenos incêndios, é necessário ressaltar que pode ser um problema em situações de emergência. Em comparação com extintores comerciais, o modelo caseiro é menos eficaz em termos de rapidez e alcance, sendo recomendado o uso de extintores comerciais em casos de emergências reais.

Figura 7 – Teste do extintor de incêndio caseiro.



Fonte: Elaborada pelos autores.

### ● Resultados e discussões da “substância invisível”

Para o último experimento foi feito apenas um teste e bem-sucedido. A reação é a mesma dos outros experimentos, fazendo com que a chama da vela fosse apagada por meio do gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ). Por ser mais denso do que o ar, o gás carbônico foi usado como uma espécie de “líquido invisível”, que quando for derramado, apaga a chama da vela.

Mesmo sendo um experimento simples, o experimento da substância invisível é interessante para entender a necessidade da chama por gás oxigênio ( $\text{O}_2$ ), que alimenta a combustão e a ação do dióxido de carbono, que pode extinguir a chama.

Em geral, os resultados mostraram que é possível criar soluções práticas e acessíveis, como o extintor de incêndio caseiro, que podem ser utilizadas em situações reais, trazendo benefícios concretos para a segurança e o bem-estar das pessoas.

Além disso, este projeto está inserido no cotidiano de uma maneira muito prática, pois as aplicações desenvolvidas podem ser facilmente replicadas em ambientes educacionais e domésticos. Ao facilitar a compreensão dos princípios científicos e suas aplicações, este trabalho destaca como a educação científica pode ser enriquecida por meio de experimentos simples, mas que têm um impacto significativo, ligando diretamente a teoria à prática. Fazendo, assim, com que a ciência possa ser algo acessível e aplicável no dia a dia.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção do foguete utiliza conceitos físicos ensinados nas escolas como propulsão, aerodinâmica e gravidade para alcançar alturas significativas, além de apresentar as reações químicas entre o vinagre e o bicarbonato de sódio. Já o extintor de incêndio e a “substância invisível” baseiam-se nas reações químicas e propriedades físicas para controlar ou extinguir o fogo em determinados locais. Sendo assim, são práticas fundamentais para a compreensão do estudo relacionado às áreas de segurança e exploração humana.

Os experimentos apresentados não possuem dificuldades para serem realizados pela utilização de materiais de fácil acesso e custo baixo, possibilitando a realização destes na escola (no caso do foguete, é necessário um espaço grande para não machucar ou sujar nenhum indivíduo). Contudo, é importante tomar cuidado devido ao uso do fogo.

Apesar de não possuir muitas dificuldades, o projeto apresentaria maior eficácia se houvesse a utilização de melhores materiais e o uso do ácido acético puro, para melhor desempenho nas experiências.

Tais experimentos chamaram a atenção da nossa comunidade escolar, principalmente dos mais jovens pertencentes aos Ensinos Fundamental 1, colaborando para o aumento do interesse das pessoas em relação às pesquisas científicas e estudo das matérias aplicadas na realização do projeto.

Nosso trabalho possibilitou a prática experimental do que é estudado, explicado em sala de aula, facilitando a compreensão dos alunos.

## REFERÊNCIAS

BORA APRENDER? **Como fazer a substância invisível fantasma que ascende e apaga o fogo** | Experiência fácil de química. YouTube, 2021. Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?v=\\_pS\\_kEvKt7w](https://www.youtube.com/watch?v=_pS_kEvKt7w)>. Acesso em: 07 ago. 2024.

CBMCE. **Para que serve o extintor de incêndio?** 2023. Disponível em: <<https://www.bombeiros.ce.gov.br/tag/para-que-serve-o-extintor-de-incendio/>>. Acesso em: 07 ago. 2024.

GREELANE. **Invenção e história dos foguetes**. 2019. Disponível em: <<https://www.greelane.com/pt/humanidades/hist%C3%B3ria--cultura/invention-and-history-of-rockets-1992375/>>. Acesso em: 03 jul. 2024.

JUNCKER, Meredith. **Como Fazer um Foguete de Bicarbonato de Sódio e Vinagre**. WikiHow. Disponível em: <<https://pt.wikihow.com/Fazer-um-Foguete-de-Bicarbonato-de-S%C3%B3dio-e-Vinagre#Montando-o-corpo-do-foguete>>. Acesso em: 03 jul. 2024.

MANUAL DO MUNDO. **Foguete caseiro de vinagre e bicarbonato de sódio**. YouTube, 2015. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=5M-dUyZwaFfQ>>. Acesso em: 08 ago. 2024.

MARTINS, Márcio. **Fogo e o gás carbônico**. Youtube, 2014. Disponível em: <<https://youtu.be/-ukJcVYxEss?si=9U8eANEMsv6hj7XH>>. Acesso em: 07 ago. 2024.

NASA. **How Rockets Work**. 2012. Disponível em: <<https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2012/03/rockets-guide-20-how-rockets-work.pdf?emrc=62de25>>. Acesso em: 03 jul. 2024.

OLIVEIRA, Fernando Sousa De. **Lançamento de foguetes como uma ferramenta pedagógica para o ensino da física**. UFMT, 2019. Disponível em: <<https://ri.ufmt.br/handle/1/3160>>. Acesso em: 08 ago. 2024.

TRICURIOSO. **Quem inventou o extintor de incêndio?**. 2018. Disponível em: <<https://www.tricurioso.com/2018/12/13/quem-inventou-o-extintor-de-incendio/>>. Acesso em: 03 jul. 2024.

# Capítulo 7

## DESVENDANDO OS MISTÉRIOS CÓSMICOS: UMA JORNADA PELO PLANETÁRIO NA ORIGEM DOS PLANETAS E NA FORMAÇÃO DA VIDA

Alice Silveira Ramalho

Artur Eduardo de

Oliveira Bragança

Leonardo Soares Gonçalves

Moisés Montes Barreto

Victor Hugo Campos de Azevedo

Paulo Silva Vieira Marques

### RESUMO

O projeto, utilizando a metodologia científica, visa proporcionar uma compreensão acessível e detalhada das principais teorias sobre a origem e evolução do universo. Por meio de um planetário interativo, pretende-se explorar a origem do cosmos e o surgimento da vida. A exposição começará com uma introdução visual ao Big Bang, seguida pela exibição do sistema solar, incluindo todos os planetas, a Lua e o Sol em movimento rotatório central. A apresentação abordará temas fundamentais como a teoria do Big Bang, a inflação cósmica, a teoria da relatividade geral, a formação do sistema solar e a evolução humana, oferecendo uma visão abrangente e envolvente dessas questões.

**Palavras-chave:** Planetário. Sistema Solar. Universo.

## INTRODUÇÃO

**A**tualmente, a origem do universo e o surgimento da vida são temas de profundo interesse e debate na sociedade moderna. Essas questões fundamentais têm fascinado a humanidade por milênios e são abordadas a partir de diversas perspectivas, incluindo filosofia, mitologia e religião. No entanto, com os avanços significativos na ciência, tornou-se cada vez mais crucial adotar uma abordagem científica para investigar e compreender esses tópicos complexos.

A evolução do conhecimento sobre o sistema solar e o cosmos é um reflexo da progressiva sofisticação das nossas ferramentas e teorias. Em 340 a.C., o filósofo grego Aristóteles ofereceu uma das primeiras teorias estruturadas sobre o cosmos, propondo que a Terra era uma esfera estacionária, com o Sol, a Lua, os planetas e as estrelas movendo-se em órbitas circulares ao seu redor. Este modelo, embora avançado para sua época, foi posteriormente desafiado por novas descobertas.

Em 1514, o padre polonês Nicolau Copérnico revolucionou a compreensão do sistema solar ao introduzir o modelo heliocêntrico. De acordo com essa teoria, o Sol ocupa o centro do sistema, e a Terra, junto com os demais planetas, orbita ao seu redor. Esta mudança de perspectiva representou um marco significativo no desenvolvimento da astronomia, oferecendo uma visão mais precisa e dinâmica do nosso lugar no cosmos.

Quase um século depois, Johannes Kepler e Galileu Galilei continuaram a expandir e refinar o modelo heliocêntrico. Kepler, em particular, fez ajustes cruciais ao demonstrar que os planetas se movem em trajetórias elípticas ao invés de circulares, formulando as célebres Leis de Kepler. Essas leis proporcionaram uma compreensão mais detalhada e matemática dos movimentos planetários e tiveram um impacto duradouro na ciência astronômica.

Este projeto utilizará a metodologia científica e a tecnologia de um planetário interativo para proporcionar uma compreensão profunda das complexidades do universo. O objetivo é explorar e ilustrar as principais teorias científicas sobre a origem e a evolução do cosmos, oferecendo aos visitantes uma visão enriquecedora e acessível desses fenômenos. Através do planetário, será possível investigar a teoria do Big Bang, que descreve o nascimento do universo, e as descobertas mais recentes sobre a expansão cósmica, a formação de galáxias e a origem da vida. Esta abordagem permitirá uma apreciação mais rica dos processos que moldam o nosso universo e a nossa

própria existência, promovendo uma maior compreensão das forças e eventos que definem o cosmos.

## OBJETIVO

Este projeto proporcionará aos visitantes a oportunidade de compreender conceitos complexos como a teoria do Big Bang, a inflação cósmica, a teoria da relatividade geral, a formação do sistema solar e a evolução humana de maneira lúdica e envolvente utilizando um planetário interativo para explorar e ilustrar teorias científicas fundamentais, oferecendo uma experiência educativa que torna o vasto e fascinante universo mais acessível e compreensível.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

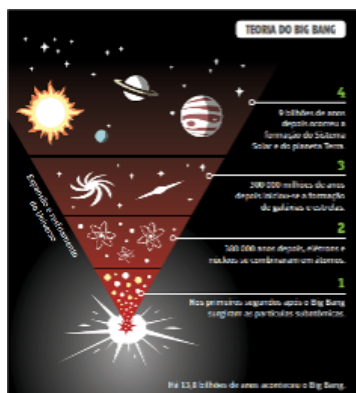
No campo da ciência, uma descoberta fundamental para a compreensão da origem do universo foi realizada em 1929 pelo astrônomo estadunidense Edwin Hubble. Através de suas observações, Hubble revelou que as galáxias estão se afastando umas das outras a uma velocidade que aumenta proporcionalmente com a distância. Esse fenômeno, conhecido como a Lei de Hubble, forneceu evidências contundentes de que o universo está em expansão. Hubble observou que a luz das galáxias distantes está deslocada para o vermelho, um efeito causado pelo alongamento das ondas de luz à medida que o universo se expande.

Essa descoberta foi crucial para confirmar a teoria de que, há entre dez e vinte bilhões de anos, o universo estava concentrado em um único ponto de densidade infinita, uma singularidade primordial. A partir desse ponto inicial, conhecido como o Big Bang, o universo começou a se expandir. Hubble demonstrou que o universo não é estático, como se pensava anteriormente, mas sim um sistema dinâmico e em crescimento contínuo. A ideia do Big Bang retratada na Figura 1, proposta inicialmente na década de 1920, foram substancialmente apoiada por essas observações, sugerindo que o universo tinha, em seu início, um estado infinitamente pequeno e denso.

A evidência fornecida por Hubble não apenas reforçou a noção de uma origem explosiva para o cosmos, mas também deu origem a novas investigações sobre a estrutura e a evolução do universo. O conceito do Big Bang agora é um dos pilares da cosmologia moderna, explicando a formação e a expansão do universo desde seus momentos iniciais até o presente.

O trabalho de Hubble abriu portas para um entendimento mais profundo da dinâmica do cosmos e continua a influenciar a pesquisa astrofísica e cosmológica.

Figura 1- Teoria do Big Bang



Fonte: site "Cola na Web"

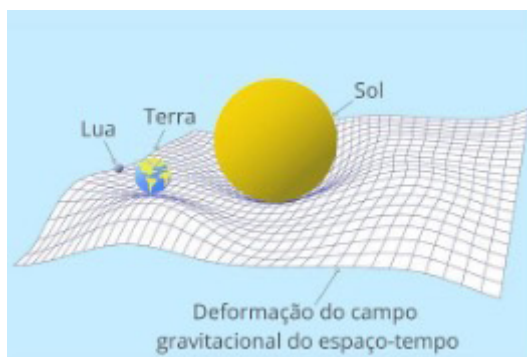
No momento do Big Bang, o universo estava em um estado de singularidade, com tamanho zero e temperatura infinitamente alta. Essa fase inicial do universo era caracterizada por uma densidade e temperatura extremas, onde toda a matéria e energia estavam concentradas em um único ponto. À medida que o universo começou a se expandir, uma diminuição significativa na temperatura da radiação foi observada. Apenas um segundo após o Big Bang, a temperatura havia reduzido para aproximadamente dez bilhões de graus Kelvin. Nessa época primitiva, o universo era composto predominantemente por fótons e elétrons, as partículas mais fundamentais presentes naquele estágio.

Com a contínua expansão e resfriamento do universo, processos nucleares começaram a ocorrer, levando à formação de substâncias mais complexas. Inicialmente, átomos de hidrogênio e hélio se formaram, e posteriormente, elementos mais pesados como carbono e oxigênio foram produzidos em núcleos estelares através da fusão nuclear. Esses elementos se agruparam devido à força da gravidade, formando nuvens de gás. Com o tempo, essas nuvens colapsaram sob sua própria gravidade, dando origem às primeiras estrelas e galáxias. Essas estruturas estelares e galácticas passaram a evoluir, interagindo por meio de colisões e fusões, e resultaram

na formação das galáxias e aglomerados de galáxias que observamos atualmente.

A teoria da gravidade, conforme articulada por Albert Einstein em sua teoria da relatividade geral, oferece uma compreensão fundamental sobre essas dinâmicas cósmicas. Einstein descreveu a gravidade não como uma força no sentido clássico, mas como a curvatura do espaço-tempo causada pela presença de massa e energia. De acordo com a relatividade geral, objetos massivos como planetas e estrelas causam uma distorção no tecido do espaço-tempo ao seu redor. Essa curvatura altera a trajetória de outros corpos celestes, que seguem as linhas de menor resistência na geometria curva do espaço-tempo. Essa teoria é crucial para compreender como a gravidade influencia a formação e a evolução das estruturas cósmicas, como ilustrado na Figura 2, que demonstra a forma como a curvatura do espaço-tempo afeta o movimento dos corpos celestes.

Figura 2- Curva do espaço tempo.



Fonte: Brasil Escola UOL

Historicamente, a compreensão dos planetas do sistema solar evoluiu significativamente. Em 340 a.C., o filósofo grego Aristóteles propôs que a Terra era uma esfera estacionária retratado na Figura 3, com o Sol, a Lua, os planetas e as estrelas movendo-se em órbitas circulares ao seu redor. Em 1514, o padre polonês Nicolau Copérnico apresentou um modelo mais simples, colocando o Sol no centro do sistema solar e sugerindo que a Terra e os outros planetas orbitavam ao seu redor em trajetórias circulares demonstrado na Figura 4. Quase um século depois, Johannes Kepler e Galileu Galilei apoiaram a teoria copernicana, embora Kepler tenha ajustado o modelo ao

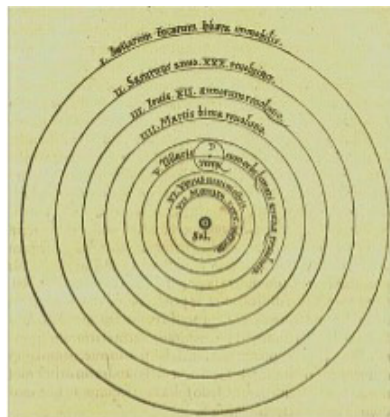
demonstrar que os planetas se moviam em elipses com forme a Figura 5, formulando as leis de Kepler.

Figura 3- Modelo de Aristóteles



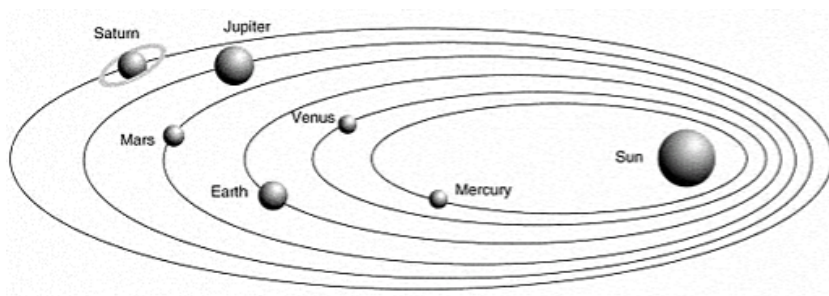
Fonte: Brasil Escola -UOL

Figura 4- Modelo de Copérnico



Fonte: Aventuras na História

Figura 5- Modelo de Kepler



Fonte: Fundacion Universitária Konrad Lorenz

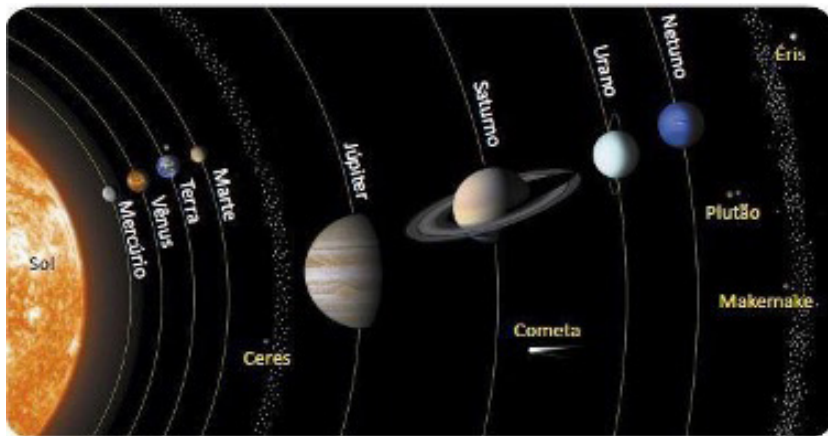
Atualmente, o sistema solar é composto por oito planetas, cada um deles formado a partir de uma nebulosa protossolar, uma vasta nuvem de gás e poeira localizada no espaço interestelar. Quando essa nebulosa colapsou sob sua própria gravidade, iniciou-se um processo de rotação que resultou na formação de um disco achatado ao redor de um núcleo central, que posteriormente se transformou no Sol. Esse disco protoplanetário tornou-se o berço dos planetas, onde partículas de poeira começaram a se aglutinar, formando corpos maiores conhecidos como planetesimais. À medida que esses plane-

tesimais colidiam e se fundiam, surgiam os protoplanetas, precursores dos planetas que conhecemos hoje. Nas regiões mais próximas ao Sol, onde as temperaturas eram extremamente elevadas, formaram-se planetas rochosos como Mercúrio, Vênus, Terra e Marte. Já nas regiões mais distantes, onde o ambiente era mais frio, formaram-se os gigantes gasosos, como Júpiter e Saturno, bem como os gelados Urano e Netuno. A Terra, o terceiro planeta, possui uma atmosfera rica em oxigênio e água líquida em sua superfície, fatores que possibilitaram o surgimento e a manutenção da vida. Marte, o quarto planeta, é frequentemente chamado de “planeta vermelho” devido à presença de óxido de ferro em sua superfície, e é alvo de intenso estudo pela possibilidade de abrigar formas de vida microbiana.

Nas regiões mais distantes do Sol, onde o ambiente era mais frio, formaram-se os gigantes gasosos, como Júpiter e Saturno. Júpiter, o maior planeta do sistema solar, é composto principalmente de hidrogênio e hélio, e possui uma atmosfera turbulenta marcada pela Grande Mancha Vermelha, uma tempestade maior que a Terra que persiste há séculos. Saturno, o sexto planeta, é famoso por seus impressionantes anéis compostos de gelo e rocha. Urano, o sétimo planeta, é um gigante gelado que, além de sua composição de hidrogênio e hélio, contém grandes quantidades de água, amônia e metano. Este último dá ao planeta sua cor azul-esverdeada distinta. Urano também é único por girar quase de lado, com um eixo de rotação inclinado a cerca de 98 graus. Netuno, o oitavo e mais distante planeta, é semelhante a Urano em composição e coloração, mas se distingue por sua atmosfera ativa e a presença de ventos mais rápidos do sistema solar.

Cada um desses planetas desempenha um papel único no sistema solar, desde a estabilidade gravitacional proporcionada por Júpiter, que protege os planetas internos de frequentes impactos de asteroides e cometas, até a potencial habitabilidade de Marte e os fascinantes anéis de Saturno. A formação e evolução desses planetas moldaram o sistema solar como o conhecemos, além de influenciar o estudo da formação de sistemas planetários em outras partes da galáxia.

Figura 6- Sistema solar



Fonte: Cola na Web

A origem da vida na Terra, embora ainda envolta em mistério, é explicada por teorias que sugerem seu surgimento há aproximadamente 3,8 bilhões de anos em ambientes aquáticos, como fontes hidrotermais no fundo dos oceanos ou lagoas rasas. Nessas condições, as moléculas orgânicas simples, compostas por elementos químicos fundamentais, combinaram-se para formar as primeiras células procariontes, organismos unicelulares desprovidos de núcleo definido. Essas células primitivas tinham a capacidade de se replicar, um marco crucial que permitiu a diversificação e a evolução das formas de vida. Ao longo do tempo, evoluíram células mais complexas, conhecidas como eucariontes, que possuem núcleo e organelas internas. Essa complexidade celular foi a base para o surgimento de organismos multicelulares, levando à vasta diversidade de vida que hoje habita o planeta.

A história da evolução humana remonta a aproximadamente 7 milhões de anos, quando surgiram os primeiros hominídeos. Esses ancestrais se destacaram pela capacidade de locomoção bípede, um modo de andar ereto que permitiu o uso das mãos para outras funções, como a fabricação e uso de ferramentas. Essa característica diferenciou-os de outros grandes símios e marcou o início de um processo evolutivo que levaria ao surgimento do *Homo sapiens*, a espécie humana moderna.

A teoria da evolução por seleção natural, formulada por Charles Darwin e Alfred Russel Wallace no século XIX, forneceu um marco fundamental para a compreensão da origem e diversidade das espécies, incluindo a evo-

lução humana. Esse conceito surgiu em um contexto de crescente interesse científico sobre como as espécies se adaptam e mudam ao longo do tempo. Darwin, influenciado por observações durante a viagem no HMS Beagle e pela leitura de obras sobre geologia e biologia, propôs que a variação natural entre indivíduos, combinada com a luta pela sobrevivência, leva à seleção dos traços mais vantajosos. Wallace, por sua vez, chegou a conclusões semelhantes e contribuiu para a formulação e divulgação da teoria.

A teoria da evolução sugere que todos os organismos, incluindo os humanos, compartilham um ancestral comum e que a diversidade de formas de vida resulta de um processo gradual de adaptação e seleção. No caso da evolução humana, essa teoria é apoiada por evidências provenientes de várias disciplinas científicas. Fósseis de espécies intermediárias, como o *Australopithecus* ilustrado na Figura 7 e o *Homo habilis* mostrado na Figura 8, mostram uma progressão na complexidade anatômica e comportamental que leva aos humanos modernos. Estudos genéticos revelam uma significativa semelhança de DNA entre humanos e outros primatas, evidenciando uma relação evolutiva próxima. A anatomia comparativa oferece provas adicionais de ancestrais comuns, enquanto a arqueologia fornece insights sobre o desenvolvimento cultural e tecnológico dos primeiros seres humanos.

Figura 7- Fósseis de *Australopithecus*



Fonte: CNN Brasil

Figura 8- *Homo habilis*



Fonte: Atlas Virtual Pré-história

A teoria da evolução por seleção natural é amplamente aceita e constitui a base da compreensão moderna da biologia. Ela molda a maneira como a ciência explora e interpreta a diversidade da vida, sendo essencial para entender o desenvolvimento das capacidades cognitivas e culturais dos

humanos. Essa teoria reflete uma complexa história de adaptação e mudança, fundamentando a compreensão do lugar da espécie humana na vasta árvore da vida.

Portanto, o estudo de fenômenos como o Big Bang, a teoria da relatividade geral, a formação do sistema solar e a origem da vida na Terra são de fundamental importância para a compreensão da história e da evolução tanto do universo quanto da vida em nosso planeta. Esses tópicos representam pilares da ciência moderna e continuam a ser objeto de intensa pesquisa e debate. Eles nos fornecem uma visão profunda e abrangente das leis naturais que governam o cosmos e iluminam nossa própria existência em meio à vastidão do universo.

## CONSTRUÇÃO DO PLANETÁRIO

Para a construção e exposição do planetário, serão utilizados diversos recursos e métodos para garantir a representação precisa e informativa do sistema solar e dos conceitos científicos associados.

## RECURSOS UTILIZADOS

Os materiais necessários incluem:

- **Isopor:** Usado para criar representações tridimensionais dos planetas e outros corpos celestes.
- **Tintas:** Para pintar os isopores com as cores específicas dos planetas do sistema solar.
- **LEDs:** Para iluminar o planetário e simular o ambiente espacial com um contraste sutil.
- **Motores:** Para criar um sistema rotatório que permita o movimento dos planetas e outros corpos.
- **Fitas adesivas:** Para fixar os LEDs e outros componentes no lugar.
- **Palitos:** Para suportar e posicionar os planetas e outros elementos na base.
- **Extensão:** Para fornecer energia elétrica a todos os componentes que necessitam de eletricidade.
- **Projeto:** Para projetar imagens e informações adicionais.
- **Pano preto:** Utilizado para criar um fundo que simula o espaço e para a projeção inicial do Big Bang.
- **Banner:** Será ilustrado com imagens e descrições para a compreensão do leitor.

## MÉTODOS PARA A REALIZAÇÃO

Para a realização do projeto do planetário, começaremos com a preparação dos planetas. Os isopores serão pintados individualmente com as cores específicas que representam cada planeta do sistema solar. Após a pintura secar completamente, os isopores serão montados em uma base rotatória. Um motor será instalado para criar um eixo rotatório, permitindo que os planetas girem em torno de um eixo central, simulando o movimento real do sistema solar.

Em seguida, focaremos na iluminação e montagem. LEDs serão colocados em pontos estratégicos, utilizando fita adesiva para garantir a correta fixação. Essa iluminação é projetada para simular a coloração do espaço, criando um contraste sutil que remete ao ambiente espacial. Todos os componentes elétricos, como LEDs e motores, serão conectados a uma extensão, assegurando que todos os mecanismos que necessitam de eletricidade funcionem corretamente e de forma coordenada.

## EXPOSIÇÃO

A exposição será cuidadosamente organizada na sala do Clube de Ciências e Tecnologia do Colégio Brigadeiro Newton Braga. O evento começará com a projeção de uma simulação do Big Bang, utilizando um pano preto que será estendido de ponta a ponta da sala. Este pano servirá como um fundo dramático e simbólico para explicar a teoria do Big Bang, oferecendo aos participantes uma visão inicial e impressionante da origem do universo. A projeção inicial não apenas destacará a explosão primordial, mas também ajudará a estabelecer o contexto para o entendimento subsequente do desenvolvimento cósmico.

Após essa introdução visual e conceitual, os participantes serão convidados a se aproximar do planetário montado. O planetário será uma réplica dinâmica do sistema solar, apresentando todos os planetas, a Lua e o Sol. O Sol será posicionado no centro da sala, com um mecanismo de rotação que permitirá que todos os planetas, fixados em uma base rotatória, se movam ao seu redor. Esse movimento simulará com precisão o funcionamento do sistema solar, proporcionando uma visualização mais clara e interativa das órbitas planetárias e das relações espaciais entre os corpos celestes.

Durante a observação do planetário, haverá uma apresentação detalhada que cobrirá uma série de conceitos fundamentais da cosmologia e da

astrofísica. A apresentação começará com uma explicação sobre a teoria do Big Bang, detalhando como o universo surgiu a partir de uma singularidade primordial e se expandiu ao longo de bilhões de anos. Em seguida, será abordada a inflação cósmica, um fenômeno que descreve a rápida expansão do universo primordial, e a teoria da relatividade geral de Albert Einstein, que descreve a gravidade como a curvatura do espaço-tempo causada pela presença de massa e energia.

A formação do sistema solar será explicada, desde a nuvem de gás e poeira que deu origem aos planetas até a criação das estruturas planetárias que conhecemos hoje. Finalmente, a evolução humana será abordada, destacando a transição dos primeiros hominídeos para os *Homo sapiens* e a evolução cultural e tecnológica da nossa espécie.

Esse segmento da exposição proporcionará aos participantes uma visão abrangente e educativa, conectando a origem do universo, a formação do sistema solar e a evolução da vida humana em um contexto integrado e envolvente. A combinação da projeção inicial, a visualização interativa do planetário e a apresentação detalhada garantirá uma experiência rica e informativa, promovendo uma compreensão profunda dos temas abordados.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas considerações finais deste trabalho, ressalta-se a importância do planetário como uma ferramenta educacional central para a compreensão das leis que regem o universo. Através do planetário, é possível ilustrar de forma interativa e visual as três leis do movimento planetário de Kepler, que descrevem com precisão as órbitas elípticas dos planetas ao redor do Sol, suas velocidades variáveis ao longo dessas órbitas e a relação entre o período orbital de um planeta e sua distância do Sol. Essas leis são fundamentais para entender a mecânica celeste e como os planetas se movem dentro do sistema solar. Além das leis de Kepler, o planetário também permite explorar a teoria da relatividade geral de Albert Einstein, que redefiniu a compreensão da gravidade. Segundo essa teoria, a gravidade não é apenas uma força, mas uma curvatura do espaço-tempo causada pela presença de massa e energia. Essa concepção revolucionária explica não só o movimento dos planetas, mas também fenômenos mais extremos, como a existência de buracos negros e a expansão do universo.

Portanto, o planetário se configura como um mediador crucial entre

a teoria científica e sua aplicação observacional, proporcionando aos participantes uma visão clara e tangível das leis que governam o cosmos. Através dele, conceitos que poderiam parecer abstratos ganham forma, facilitando a compreensão e o aprendizado. Conclui-se que a integração dessas leis com o uso de tecnologias como o planetário não só enriquece o ensino das ciências, mas também desperta um interesse mais profundo e duradouro pela exploração do universo.

## REFERÊNCIAS

GUTH, Alan Harvey. **O enigma do espaço-tempo**: Scientific American. 1. ed. São Paulo, Brasil: Editora Nobel, 1998. v. 1, p. 53-76. ISBN 85-213-0956-7.

HAWKING, Stephen. **Uma breve história do tempo**. Reino Unido: Rocco, 1988. p. 24-147. ISBN 978-8535913248.

NEWTON, Isaac. **Principia Mathematic**. 1. ed. Londres, Reino Unido: Sine loco, 1687. v. 1.

SADAVA, David E.; HILLIS, David M.; HELLER, H. Craig; BERENBAUM, May R. **Vida**: a ciência da biologia. 12. ed. Porto Alegre, Brasil: Artmed Editora, 2015. v. 3, p. 1-464. ISBN 978-85-8271-219-0.

SAGAN, Carl. Cosmos. **Estados Unidos**: Companhia das Letras, 1980. ISBN 978-8571644303.



# Capítulo 8

## COMO ENXERGAR SUA PRÓPRIA VOZ

**Bruno Correia de Mello Carneiro**  
**Carlos Vinicius Andrade da Costa**

### Resumo

O som desempenha um papel fundamental em diversos aspectos de nossa vida, e a ideia de 'enxergá-lo' é extremamente fascinante. Nosso trabalho explora como podemos visualizar a nossa voz utilizando um aparelho caseiro simples. Através desse experimento, mostramos como as ondas sonoras geradas pela nossa voz podem ser vistas. O som emitido passa por um tubo e faz vibrar um balão com um espelho colado. Essas vibrações refletem a luz em uma parede, formando padrões que representam diferentes tons e volumes de voz. Nosso experimento conecta a ciência do som com uma atividade cotidiana, revelando como algo aparentemente invisível, como a voz, pode ser visto e analisado.

**Palavras-chave:** Ondas Sonoras. Acústica. Visualização.

### INTRODUÇÃO

**E**xplorar o fenômeno de espelhar a própria voz oferece uma excelente oportunidade para compreender a relação entre som e imagem. Embora o som seja uma experiência auditiva, a sua representação visual pode revelar aspectos mais profundos de como percebemos e usamos as nossas próprias línguas. Este processo consiste em analisar as ondas so-

noras produzidas quando falamos, que são invisíveis a olho nu, mas podem ser captadas e exibidas por meio de equipamentos especiais. Osciloscópios e softwares de análise de áudio são exemplos de dispositivos que podem visualizar ondas sonoras em tempo real. Esta abordagem não só torna a experiência mais interativa e emocionante, mas também proporciona uma compreensão mais profunda da natureza dos sons resultantes.

As ondas sonoras são criadas por vibrações que se propagam através de meios como sólidos, líquidos e ar. Quando falamos, vibramos nossas cordas vocais, criando ondas que viajam pelo ar para chegar aos nossos ouvidos e aos ouvidos dos outros. Observar essas ondas pode ajudá-lo a ver informações que, de outra forma, poderiam escapar da percepção auditiva. Por exemplo, podemos observar a frequência das ondas, que mostram o tom da voz, e o tamanho e formato das ondas, que indicam a força e a modulação da voz. Essa visualização fornece feedback direto, permitindo ver padrões e tendências nunca vistos antes. Uma característica importante deste trabalho é a observação do formato das ondas sonoras.

Sons diferentes produzem padrões de ondas diferentes, e refletir sobre esses padrões nos ajuda a ver como podemos mudar nossa voz para expressar emoções, melhorar sentimentos e nos adaptar a diferentes situações. Por exemplo, sons mais altos produzem ondas mais largas e acentuadas, enquanto sons mais suaves produzem ondas menores.

Diferente da luz, o som não viaja no vácuo. Suas propriedades essenciais são:

- **Frequência:** Determina o tom (agudo ou grave) do som, medida em Hertz (Hz). Frequências mais altas correspondem a sons mais agudos.
- **Amplitude:** Relacionada ao volume ou intensidade do som, medida em decibéis (dB). Maiores amplitudes significam sons mais altos.
- **Comprimento de Onda:** A distância entre picos consecutivos da onda, inversamente proporcional à frequência.
- **Velocidade de Propagação:** Varia conforme o meio; mais rápida em sólidos e líquidos do que em gases.

Esse nível de informação nos ajuda a melhorar a forma como usamos nossos idiomas e a compreender as características da comunicação. Uma onda sonora é uma forma de energia que se propaga em todas as direções a partir de uma fonte, com velocidade e propagação dependendo do meio pelo qual ela viaja. Num sólido, as ondas sonoras viajam mais rápido

porque o material é mais denso e leve, mas na água e no ar a propagação é mais lenta. Esta diferença é importante em muitas áreas, como a engenharia acústica, onde a compreensão da propagação do som pode criar ambientes melhores e mais confortáveis. Na vida cotidiana, as ondas sonoras têm um grande impacto em nossas emoções e em nossas vidas. Sons baixos e suaves, como o chilrear dos pássaros ou o som do oceano, têm o poder de acalmar e relaxar a mente, enquanto sons altos e neutros, como o trânsito barulhento da cidade ou ruídos repentinos, podem causar estresse e depressão.

Visualizar sua própria voz o ajudará a compreender a produção e modulação dos sons e como diferentes sons podem afetar seu estado emocional e mental. Portanto, além da curiosidade científica, tentar visualizar a própria voz é uma compreensão real da relação entre som e pensamento, e como podemos utilizar esse conhecimento para melhorar a comunicação e o bem-estar. Ao compreender a natureza das ondas sonoras e a sua interação com o ambiente e o corpo, podemos melhorar a nossa capacidade de nos expressarmos, ao mesmo tempo que criamos um melhor ambiente e consciência. Uma compreensão mais profunda da nossa língua e do impacto que os nossos sons têm nas nossas vidas é uma ferramenta poderosa para o crescimento pessoal e o desenvolvimento da comunicação.

## **OBJETIVO**

O objetivo principal deste projeto é criar um dispositivo simples que nos permita enxergar nossas próprias vozes, convertendo ondas sonoras em algo que possamos ver. A ideia é que esse dispositivo utilize princípios básicos da física para converter ondas sonoras em luz visível.

Para além da educação, este projeto proporciona-nos também uma experiência prática e divertida que nos permite compreender melhor como funciona o som e como é representado visualmente. O desafio aqui é construir esta ferramenta utilizando materiais acessíveis e prontamente disponíveis, aumentando assim a criatividade e a aplicação prática do conhecimento teórico.

Este projeto é mais do que um simples experimento de física e matemática, ele nos permite examinar a percepção das ondas sonoras, convertendo algo que normalmente não podemos ver em luz visível aos nossos olhos. Esta conversão da energia sonora em energia luminosa é interessante e ajuda-nos a compreender melhor a relação entre as diferentes formas de energia. Além disso, o uso de monitores de áudio pode tornar o aprendizado

mais ativo e envolvente, o que pode ser muito útil para conectar conceitos teóricos que muitas vezes faltam no aprendizado tradicional. No desenvolvimento deste projeto, percebemos que não apenas criamos um dispositivo interessante, mas também aprofundamos nossa compreensão de acústica, óptica e física das ondas.

Descobrimos que o estudo das ondas sonoras é um campo fascinante da física e que tem aplicações importantes e difundidas em nossa vida diária. Da redução do ruído à melhoria da qualidade de vida, o desenvolvimento de bons hábitos afeta diretamente muitos aspectos da vida moderna. Este campo de investigação permite o desenvolvimento de tecnologias que, por exemplo, reduzam o ruído de entrada em ambientes urbanos e industriais, melhorem a qualidade do som e permitam uma avaliação precisa do desenvolvimento fetal durante a gravidez. Além disso, a pesquisa de ondas é importante para analisar estruturas internas, auxiliando em áreas como engenharia, geologia e medicina.

O som é definido como uma onda com três dimensões e um comprimento de onda, o que significa que ele viaja em todas as direções a partir de sua fonte, e as partes do sistema por onde passa vibram na mesma direção que a onda viaja. Esta propagação é feita através de sistemas materiais como ar, água ou sólidos, portanto o som não pode se propagar pelo espaço porque não há nada para transmitir as vibrações.

A saída de som está associada a um corpo vibrante. Na voz humana, esse corpo é representado pelo som e, quando o som vibra, cria uma onda. Essas ondas viajam pelo ar até nossos ouvidos, onde são interpretadas como sons diferentes. A propagação e percepção do som são afetadas por muitas variáveis, como a densidade do meio, a temperatura e a presença de obstáculos, que podem alterar a velocidade e a qualidade do som percebido.

As ondas podem ser estudadas através das leis de Newton, que fornecem uma base sólida para a compreensão dos princípios físicos que governam a geração, propagação e absorção do som. Por exemplo, a segunda lei de Newton, que relaciona a força aplicada a um objeto à sua aceleração, pode ser usada para explicar como uma força aplicada a um objeto, como uma corda de violão, produz som.

Os instrumentos musicais e o trato vocal humano são exemplos bem conhecidos de sons que representam padrões sonoros. Num instrumento musical, o som produzido pela vibração das cordas, da pele ou da coluna

de ar pode variar e expandir dependendo da estrutura do instrumento. No caso do trato vocal humano, as cordas vocais, a laringe, a boca e o nariz trabalham juntos para produzir os vários sons que usamos para falar, cantar e nos expressar.

A compreensão desses processos não só aumenta o conhecimento científico, mas também tem aplicações práticas em diversos campos. Por exemplo, no campo da música é importante conhecer as ondas sonoras para tocar instrumentos musicais, para criar um bom ambiente sonoro em salas de concerto e teatros.

Na medicina, tecnologias como o ultrassom baseiam-se no princípio das ondas sonoras para obter uma descrição detalhada da estrutura do corpo humano, conseguindo assim um diagnóstico preciso e não invasivo. Além do ultrassom, a análise visual da voz tem se mostrado uma ferramenta valiosa na fonoaudiologia e na otorrinolaringologia. Pacientes com distúrbios da voz, como disfonia, podem ter suas ondas vocais analisadas visualmente através de espectrogramas e oscilogramas. Esses gráficos revelam padrões anormais de frequência, amplitude e timbre, auxiliando os profissionais a diagnosticar a causa do problema (nódulos, pólipos, paralisia das cordas vocais, etc.) e a monitorar a eficácia do tratamento.

O estudo das ondas sonoras também é importante na engenharia, podendo ser utilizado para desenvolver materiais e estruturas com propriedades acústicas específicas, por exemplo no estudo da sismologia, onde as ondas sísmicas geradas por terremotos são visualizadas para entender a estrutura interna da Terra e prever eventos geológicos.

Até mesmo em aplicações de segurança cibernética, a visualização de padrões sonoros gerados por dispositivos eletrônicos pode ser usada para identificar anomalias ou atividades maliciosas, um campo emergente conhecido como ciberacústica.

A visualização sonora continua a ser um campo fértil para pesquisa e desenvolvimento, com novas aplicações surgindo constantemente. A realidade virtual (RV) e a realidade aumentada (RA) estão explorando a integração de visualizações sonoras para criar experiências mais imersivas e interativas. Por exemplo, em ambientes de RV, o som espacializado pode ser visualizado como objetos virtuais, auxiliando na navegação e na interação com o ambiente digital.

Em suma, o estudo das ondas sonoras é uma parte importante da

física que tem aplicações além da simples compreensão do som. Afeta diretamente a forma como vivemos e a nossa relação com o mundo, o progresso tecnológico e a melhoria da qualidade de vida.

## METODOLOGIA

Para construir este dispositivo são necessários apenas alguns materiais simples, que podemos já ter em casa ou podemos adquirir facilmente. Tornar este programa acessível a todos é uma vantagem, especialmente em ambientes educativos onde os recursos podem ser limitados. Os itens que usaremos são: caneta laser (fonte de luz), uma lata de alumínio (câmara de ressonância), um fragmento de CD (espelho reflexivo), um balão de borracha (diafragma vibratório), fita adesiva (vedação) e um tubo de PVC (condutor de som).

Após conseguir os materiais, começará a preparação do dispositivo.

1- Prepare a lata: O primeiro passo é preparar a lata de alumínio. Retire a tampa e certifique-se de que o frasco esteja completamente limpo e seco, pois qualquer resíduo afetará o desempenho do aparelho. Em seguida, faça um pequeno furo na parte superior, que será a porta de som principal. Este furo deve ser feito com cuidado porque será por onde as ondas sonoras entrarão e se conectarão ao CD que colocaremos na câmara de ressonância.

2- Adicione o CD: Colar um pedaço de CD dentro da lata, alinhado para refletir o laser. O CD é responsável pela reflexão do feixe laser e quaisquer erros reduzirão a qualidade visível da onda. Este é um passo delicado que requer paciência.

3- Coloque o tubo de PVC: Agora precisamos cortar o tubo de PVC no comprimento apropriado para servir como um canal de som útil, fixando o tubo ao orifício da lata e direcionando o som para o balão. Certifique-se de que as conexões dos tubos estejam apertadas e que não haja vazamentos. A fita de PVC desempenha um papel importante, pois concentra o som na caixa, garantindo que as ondas sonoras atinjam diretamente o disco CD.

4- Prenda o balão: Em seguida, encha o balão até que ele estique, mas tome cuidado para não estourá-lo. A boca do balão deve ficar

permanentemente fixada no tubo de PVC pois será responsável por absorver as vibrações sonoras necessárias ao funcionamento do aparelho. Esses movimentos serão transmitidos ao tubo onde poderão ser refletidos.

5- Instale e ajuste a caneta laser: A caneta laser deve ser fixada com firmeza e precisão para que o feixe possa atingir diretamente o CD na lata. A precisão da caneta de ajuste é importante porque qualquer movimento ou desvio fará com que o feixe não reflita adequadamente e interfira na visão das ondas sonoras. O laser deve refletir no CD e ser modulado pelas vibrações do balão para produzir o efeito desejado.

Agora que o dispositivo está montado, é hora de testá-lo. Fale ou faça barulho próximo ao balão e observe o que acontece com o feixe de laser. A expectativa é que o som faça o balão vibrar, transmitindo essas vibrações para o tubo e, por fim, para a câmara de ressonância, isto é, a lata. O laser refletido deve mostrar essas alterações, permitindo que vejamos as ondas sonoras de maneira visual.

Se durante o teste você perceber que o feixe de laser não está mudando como esperado, pode ser necessário ajustar a posição da caneta laser ou a tensão do diafragma vibratório, isto é, do balão. Esses ajustes são importantes para garantir que o dispositivo funcione da melhor forma possível, proporcionando uma visualização clara e precisa das ondas sonoras.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Durante a construção e teste do dispositivo, vários resultados importantes foram observados, contribuindo para uma compreensão mais profunda de como as ondas sonoras podem ser visualizadas de forma prática. O dispositivo conseguiu, de fato, mostrar a conversão das ondas sonoras em movimentos visíveis através do reflexo do feixe de laser, conforme esperado. No entanto, o sucesso do experimento dependeu de vários fatores que foram identificados e discutidos os quais mostraremos a seguir.

Quando o dispositivo foi montado corretamente e os ajustes finos foram realizados, o feixe de laser refletido no CD projetou padrões claros e visíveis na superfície próxima, como uma parede. Esses padrões mudavam conforme diferentes sons eram produzidos próximos ao balão, confirmando

que as ondas sonoras estavam sendo convertidas em um movimento visível. Por exemplo, ao emitir um som agudo e contínuo, as vibrações do balão produziram ondas mais finas e próximas, enquanto sons graves e intensos geraram ondas mais largas e espaçadas. Essa variação demonstrou de forma prática a relação entre a frequência do som e a amplitude das ondas visuais.

Um dos aspectos mais críticos do sucesso do dispositivo foi a escolha dos materiais e a precisão dos ajustes. O uso de um balão com tensão adequada foi essencial para que as vibrações fossem transmitidas de forma eficaz. Balões excessivamente esticados ou frouxos resultaram em vibrações inadequadas, comprometendo a clareza das ondas. Além disso, o posicionamento do laser e a fixação firme da caneta foram determinantes para garantir que o feixe refletido não perdesse o foco ou o alinhamento, o que poderia distorcer as ondas visuais.

Apesar dos resultados positivos, alguns desafios foram enfrentados durante o experimento. Em ambientes com muita luz, o feixe de laser se tornava menos visível, dificultando a observação das ondas sonoras. A sensibilidade do dispositivo a ruídos de fundo também foi um fator limitante, especialmente em ambientes ruidosos onde as ondas geradas por sons não intencionais interferiam nas observações.

Além disso, a precisão dos ajustes do laser se mostrou um desafio. Pequenos desvios na posição da caneta laser ou na angulação do CD poderiam alterar significativamente os resultados, exigindo paciência e precisão para alcançar a configuração ideal.

A simplicidade do dispositivo e a possibilidade de utilizá-lo com materiais acessíveis o tornam uma ferramenta educativa poderosa. Ele pode ser facilmente implementado em salas de aula para demonstrar conceitos básicos de acústica e óptica, proporcionando uma experiência prática e visual que reforça o aprendizado teórico. No entanto, para melhorar a precisão e a eficácia do experimento, algumas modificações podem ser consideradas.

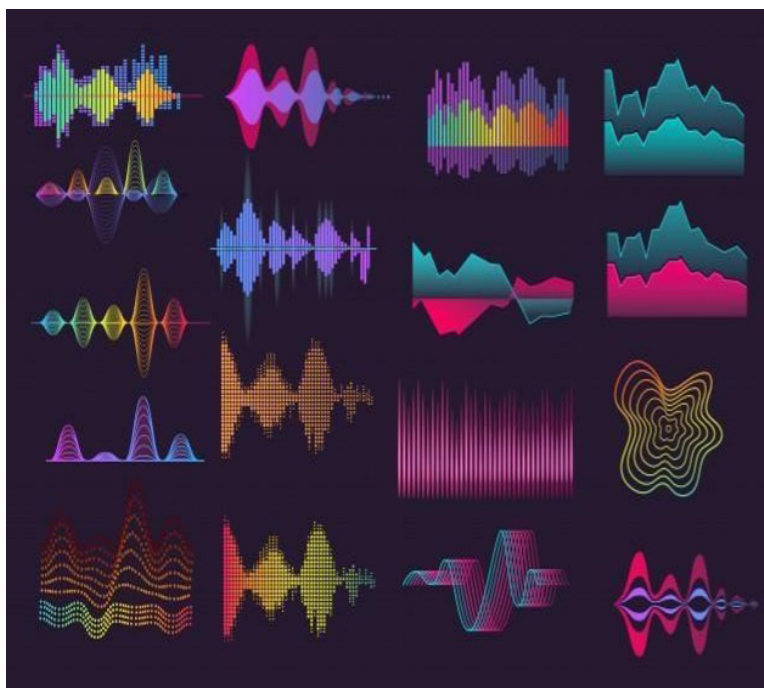
Por exemplo, utilizar um laser de maior intensidade e testar diferentes tipos de superfícies refletoras, como espelhos ou materiais com maior poder de reflexão, poderia melhorar a clareza dos padrões visuais. Adicionalmente, a inclusão de um suporte ajustável para a caneta laser poderia facilitar o processo de ajustes, permitindo uma configuração mais precisa e rápida.

O trabalho “Como Enxergar Sua Própria Voz” explora a ideia de tornar visível algo que é essencialmente invisível: as ondas sonoras. A essên-

cia desse projeto está na transformação de um fenômeno auditivo em uma experiência visual, permitindo que os padrões sonoros, que normalmente são percebidos apenas pelo ouvido, sejam também vistos. Isso é feito por meio de um dispositivo caseiro que utiliza materiais simples, como uma lata de alumínio, um balão, um CD, e uma caneta laser. O dispositivo capta as vibrações da voz, as transforma em movimento, que é então refletido pelo laser em uma superfície, criando padrões de luz que representam diferentes frequências e volumes de som.

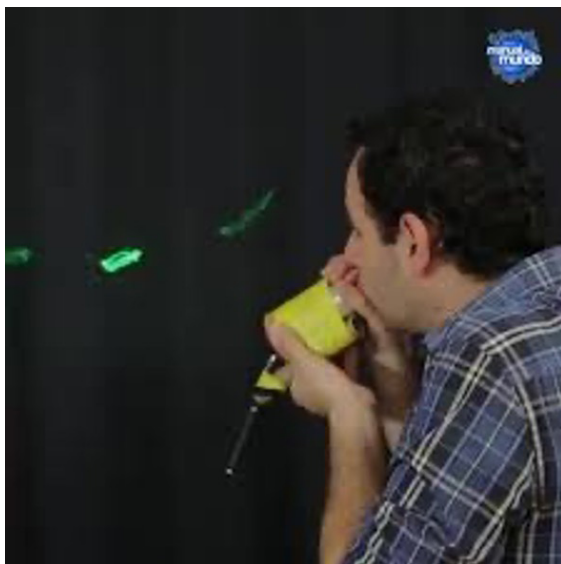
Na aparência, o trabalho é uma combinação de elementos físicos que, juntos, produzem um efeito visual intrigante. O dispositivo em si pode parecer simples e improvisado, mas o que ele revela fascinante: padrões de luzes que dançam e mudam de forma em resposta à voz humana. Esses padrões são a manifestação visual das ondas sonoras, que são influenciadas por diferentes tons e volumes. A aparência final desse projeto é uma demonstração prática e visual da interação entre som e luz, mostrando como a ciência pode nos ajudar a perceber o mundo de maneiras novas e inesperadas.

Figura 1 – É possível enxergar a nossa voz?



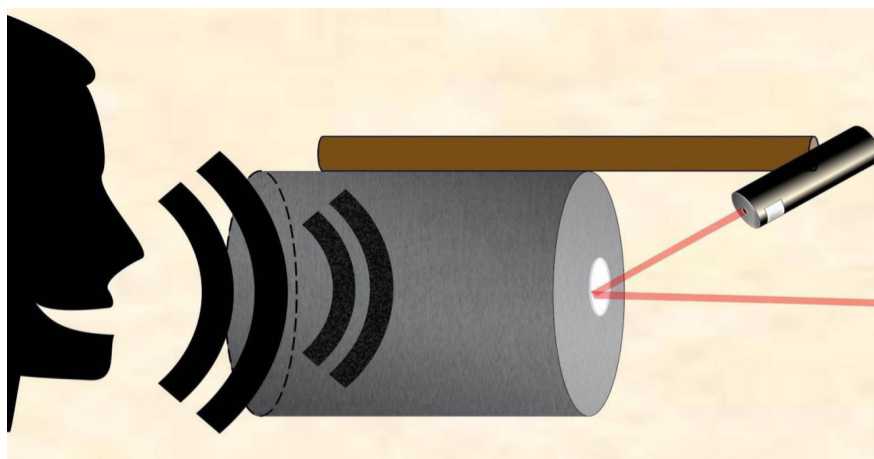
Fonte: É possível enxergar a nossa voz? - Biociência7

Figura 2 – Como enxergar sua própria voz?



Fonte: Manual do Mundo: Como enxergar sua própria voz - Manual do mundo

Figura 3 – “ENXERGUE SUA VOZ”



Fonte: PIBID Física IFPI Parnaíba: “ENXERGUE SUA VOZ” ([pibiddefisica.blogspot.com](http://pibiddefisica.blogspot.com)) - PIBID de física

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto “Como Enxergar a sua própria voz” é uma nova abordagem que demonstra claramente a relação entre língua, estilo e visão, ligando o conhecimento da língua às atividades quotidianas. Este projeto explora

como dispositivos de simples podem ser usados para refletir ondas sonoras em materiais transparentes, permitindo-nos ver o que ouvimos. Este método converte vibrações sonoras em imagens, representando o som com precisão. Como resultado, a ciência pode revelar partes do mundo que nunca imaginamos, proporcionando novas perspectivas sobre a natureza da comunicação humana.

Ao participar deste projeto, você obterá uma compreensão mais profunda da física da propagação das ondas sonoras, incluindo a estrutura dessas ondas. Através desta investigação compreenderemos como este conhecimento pode ser aplicado a áreas tão diversas como a acústica, a engenharia de som e a comunicação no ensino superior. A simplicidade do dispositivo o torna uma excelente ferramenta de ensino para despertar o interesse por importantes conceitos científicos, especialmente entre estudantes e entusiastas da ciência.

Além disso, a capacidade de modificar equipamentos incorporando componentes mais complexos ou mudanças diretas na tecnologia oferece muitas oportunidades para pesquisa e melhoria. A ideia de “cuidar das palavras” pode ser uma forma simples e divertida de compreender melhor nossa relação com o mundo da fala. O projeto nos permitirá pensar sobre o impacto das ondas no meio ambiente e como o conhecimento dessas interações pode ser utilizado para melhorar a comunicação e a qualidade de vida.

Através das experiências apresentadas neste projeto, aprendemos que a ciência é mais do que apenas explicar o mundo que nos rodeia; é também uma ferramenta que nos permite ver o mundo de novas maneiras. Aprendemos que nossa voz é uma extensão de nossa identidade, carregando consigo não apenas o conteúdo de nossas palavras, mas também a emoção, a intenção e a personalidade. Ao ver as formas e os movimentos que nossa voz cria, podemos desenvolver uma conexão mais profunda com essa parte intrínseca de nós mesmos, cultivando uma maior consciência de como nos apresentamos ao mundo através do som.

Em um mundo cada vez mais dominado por informações visuais, a visualização sonora nos lembra da riqueza e da complexidade do universo acústico. Ela nos encoraja a ouvir com os olhos e a ver com os ouvidos, transcendendo as fronteiras sensoriais e cultivando uma apreciação mais holística da realidade. A voz, antes invisível, agora se revela em todo o seu valor, convidando-nos a continuar explorando os mistérios que ainda residem nas

vibrações que nos cercam.

E finalmente concluímos que o projeto “Como Enxergar a Sua Própria Voz” é um exemplo de como a ciência pode transformar o conhecimento em algo tangível, visível e até mesmo divertido, para que uma compreensão mais profunda não seja apenas sobre os sons, mas sobre a forma como as pessoas pensam. Em última análise, lembra-nos que a ciência é uma ferramenta poderosa para explorar e compreender os problemas do mundo, proporcionando novas formas de pensar e de nos conectarmos.

## REFERÊNCIAS

ALDA, Jill. **The hidden power of the placebo effect - TED-Ed**. YouTube, 22 mar. 2019. Disponível em: [https://youtu.be/3Bj8s1pB\\_dg?si=2BCJ7BL9lo-nOs2S](https://youtu.be/3Bj8s1pB_dg?si=2BCJ7BL9lo-nOs2S). Acesso em: 12 ago. 2024.

MPECIM. **Enxergando a própria voz**. Disponível em: <http://www2.ufac.br/mpecim/menu/producoes/viver-ciencia-2018/432-enxergando-a-propria-voz.pdf/@@download/file/432%20-%20Enxergando%20a%20pr%C3%B3pria-voz.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2024.

MPECIM. **Enxergando a própria voz**. Disponível em: <http://www2.ufac.br/mpecim/menu/producoes/viver-ciencia-2018/432-enxergando-a-propria-voz.pdf/@@download/file/432%20-%20Enxergando%20a%20pr%C3%B3pria%20voz.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2024.

UOL. **Veja as ondas de som e suas fórmulas**. Disponível em: <https://vestibular.uol.com.br/resumo-das-disciplinas/fisica/veja-as-ondas-de-som-e-suas-formulas.htm>. Acesso em: 12 ago. 2024.

# Capítulo 9

## EDUCAÇÃO NA PROGRAMAÇÃO

**Rebeca Azevedo Mendes**

**Pedro Silveira Mello**

**Gianluca Lenzi de Carvalho Dantas**

**Pedro Henrique Bezerra Almeida**

**Carlos Vinícius Andrade da Costa**

### **Resumo**

O trabalho realizado pelo grupo na I FACTEC teve como meta apresentar um projeto inovador que introduzisse o universo da programação de forma lúdica e acessível, utilizando um jogo desenvolvido na plataforma mobile ao qual se deu o nome “Luna and Cat”. O objetivo principal foi despertar o interesse pela programação, desmistificando sua complexidade e demonstrando sua relevância no cotidiano. Através de desafios interativos que abordam conceitos de Física, Matemática e Química, o jogo proporciona uma experiência de aprendizado divertida e engajadora. A metodologia de desenvolvimento, baseada na programação em blocos, é detalhada, ressaltando a simplicidade e a eficácia dessa abordagem para iniciantes. Os resultados obtidos indicam o potencial do jogo como ferramenta educacional, capaz de fixar o interesse dos participantes e ampliar sua curiosidade sobre o tema. O trabalho também discute a importância da programação como uma habilidade essencial para o futuro, abordando sua presença em diversas tecnologias e a crescente demanda por profissionais na área. Conclui-se que a abordagem prática e divertida do projeto contribui significativamente para a democratização do

conhecimento em programação, tornando-o acessível e atraente para um público mais amplo.

**Palavras-chave:** Programação. Educação. Jogos. Metodologia. Futuro.

## INTRODUÇÃO

**P**ara a Feira de Arte, Cultura, Tecnologia e Ciência - FACTEC do Colégio Brigadeiro Newton Braga, em 23/10/2025, o grupo apresentou um jogo programado no aplicativo mobile (para o celular) “Luna and Cat”. O objetivo foi introduzir e despertar o interesse das pessoas pela programação através de algo divertido e educativo. O jogo contém fases com desafios que abordaram as matérias de Física, Matemática e Química.

Existem muitas linguagens de código à nossa volta a todo momento, como C#, Javascript, Python e muitos outros que não teremos tempo para explorar, mas são colocados os sites que o grupo utilizou para melhor entendimento de programação na bibliografia desse artigo. Para o jogo, decidimos escolher algo simples, mas que despertasse certo interesse no assunto por parte das pessoas que iriam aprender conosco sobre a programação do projeto. O jogo teria como linguagem de programação a “programação em blocos”, que pode ser encontrada em aplicativos e sites como “Scratch”, “Pocket Code” e o que seria a base do projeto, “Luna and Cat”. Para o público que estive assistindo a nossa apresentação foi explicado a lógica básica sobre a linguagem utilizada.

A programação em blocos consiste em uma linguagem que busca facilitar o entendimento e a compreensão, através de recursos visuais de como o código deve ser aplicado. Esses recursos são conhecidos como “blocos”.

Os blocos são como uma parte de um quebra-cabeça, cada bloco tem dentro dele um comando específico para o programa. Todos os blocos possuem uma propriedade, a capacidade de se unir a outro bloco. O conjunto de blocos é chamado de “script”, que é basicamente uma sequência de comandos dada ao programa, fazendo assim, ele ser capaz de realizar funções mais complexas.

## OBJETIVO

O trabalho teve três objetivos a alcançados durante a apresentação:

O primeiro alvo foi apresentar um pouco do mundo da programação a partir do jogo e despertar o interesse das pessoas pelo assunto de maneira divertida, pois sabemos que hoje em dia a tecnologia permeia todos os aspectos da vida humana, desde as interações sociais até as operações bancárias e os sistemas de transporte. Nessa revolução digital encontra-se presente a programação, a linguagem que dá vida a softwares, aplicativos e inteligências artificiais que moldam nosso cotidiano.

Apesar disso, ainda é comum encontrarmos instituições de ensino fundamental e médio onde o ensino de programação é incipiente ou inexistente. Essa defasagem cria um desafio significativo: como preparar as futuras gerações para um mundo cada vez mais digitalizado, onde a compreensão dos princípios da programação se torna uma habilidade tão fundamental quanto a leitura e a escrita. Nosso trabalho teve um sentido crítico por isso também.

Um segundo objetivo crucial foi desmistificar a percepção de que programar é uma atividade inerentemente complexa e restrita a poucos. Os próprios integrantes do grupo, ao se dedicarem à pesquisa e ao aprendizado com recursos disponíveis na internet, tornaram-se um exemplo vivo de que a programação é acessível a qualquer um, haja sim dedicação e curiosidade. A escolha da “programação em blocos” como linguagem central do jogo foi estratégica nesse sentido.

O terceiro objetivo foi esclarecer como o programador se tornaria a profissão do futuro. Como mencionado anteriormente a programação tem se tornado cada vez mais importante com o passar do tempo. Devido ao avanço da tecnologia e da programação, já é possível ver coisas que só eram vistas em filmes de ficção científica; um dos maiores exemplos disso são as Inteligências Artificiais (IAs).

O mundo está evoluindo e os limites da programação também. Hoje é difícil de imaginar até onde a programação pode ir e que coisas seremos capazes de fazer devido a ela, mas uma coisa é possível perceber, a programação já faz parte de nossas vidas.

Sabendo de tudo isso o grupo desenvolveu o jogo como uma oportunidade de esclarecer todos esses fatores. E ainda procurou inspirar educadores, estudantes e entusiastas a explorar novas formas de ensinar e apren-

der programação, reconhecendo-a como uma ferramenta poderosa para a inovação e a resolução de problemas no século XXI.

## **METODOLOGIA**

A metodologia para a produção do trabalho foi dividida em três partes que visavam não apenas a criação de um produto educacional, mas também a promoção de uma nova perspectiva sobre a programação e seu papel na sociedade. Cada um desses objetivos foi cuidadosamente delineado para maximizar o impacto da programação como ferramenta de ensino e engajamento.

### **Fase 1: Planejamento da Narrativa e dos Desafios**

A primeira fase foi dedicada ao planejamento da história do jogo e à elaboração dos desafios educacionais. O grupo se reuniu virtualmente para planejar uma abordagem que tornasse o aprendizado da programação divertido e envolvente. A decisão de criar um enredo engraçado e descontraído visava associar a ideia de diversão à programação, estimulando um maior interesse no assunto. Cada integrante contribuiu com sugestões, e as melhores ideias foram selecionadas e integradas para construir a narrativa.

A história do jogo se desenrola em um cenário pós-apocalíptico, onde a protagonista recebe a missão de entregar uma pizza a um cliente misterioso. No percurso, a personagem se depara com passagens bloqueadas por diferentes situações, exigindo a resolução de desafios para avançar. Esses desafios foram cuidadosamente elaborados para abordar conteúdos de diversas disciplinas, promovendo a interdisciplinaridade: Química (equação de combustão e funções orgânicas), Matemática (Geometria Plana e Função) e Física (Movimento Uniforme).

Para garantir a relevância e o nível de dificuldade adequado, foram pesquisadas questões de concursos como inspiração, adaptando-as para criar obstáculos com baixo nível de dificuldade, acessíveis ao público-alvo do projeto.

### **Fase 2: Produção dos Modelos Visuais e dos Códigos**

Com o roteiro e os desafios definidos, a segunda fase concentrou-se na produção dos modelos visuais e na implementação dos códigos do jogo. As reuniões remotas foram essenciais para a criação das aparências

dos personagens e dos cenários. Uma grande quantidade de rascunhos, desenhos e ideias foi gerada, mas apenas os conceitos mais promissores foram selecionados para a produção final.

Todos os modelos visuais foram desenvolvidos em “pixel art”, um estilo artístico que, embora desafiador, confere um charme nostálgico e distintivo ao jogo. A equipe dedicou tempo para aprender as técnicas apropriadas para esse estilo, consultando diversos sites e tutoriais para aprimorar suas habilidades. Após essa etapa de pesquisa e aprendizado, os modelos oficiais foram produzidos, garantindo a coesão visual do jogo.

Com os modelos prontos, iniciou-se a complexa tarefa de programar o jogo. Até o momento, duas fases foram implementadas: uma com o desafio de Química (balanceamento da equação de combustão do etanol) e outra com o desafio de Matemática (encontrar o valor do “x” em problemas de Geometria Plana mais especificamente em relações métricas de um triângulo retângulo). Cada fase requer um “script” (conjunto de códigos) para seu funcionamento.

A atribuição de funções a cada modelo e objeto através do script não é trivial, pois existem múltiplas abordagens para alcançar um mesmo resultado. A equipe precisou analisar cuidadosamente as possibilidades de codificação, um processo que se mostrou particularmente desafiador devido à escassez de recursos e documentação para o aplicativo “Luna and Cat”. Essa limitação exigiu que muitos dos scripts fossem desenvolvidos de forma autoral, através de análise e experimentação contínuas, processos de tentativas e erros, com a colaboração de todos os integrantes para superar os obstáculos e atingir os resultados esperados.

### **Fase 3: Testes e Depuração**

A terceira e última fase da metodologia foi dedicada aos diversos testes e à depuração do jogo. Todos os integrantes do grupo participaram ativamente dos testes, com o objetivo de identificar e corrigir quaisquer erros no código do programa. Este processo revelou-se extremamente importante e trabalhoso, pois a detecção de um “bug” exigia uma análise minuciosa de inúmeras camadas de scripts e comandos até que a falha fosse localizada e corrigida. A persistência e a atenção aos detalhes foram cruciais para garantir a funcionalidade e a estabilidade do jogo, preparando-o para a apresentação ao público sem intercorrências.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Começamos com o desenvolvimento que inicialmente se mostrou complicado e complexo, devido à sua diversificação nos meios da programação e demanda nas habilidades de compreensão para pôr em prática seu funcionamento, mas com estudo e prática se tornou possível a efetuação do jogo que foi utilizado de exemplo principal para nosso projeto.

Um dos aspectos mais satisfatórios do desenvolvimento foi a criação das artes visuais. A decisão de utilizar o estilo “pixel art” conferiu um charme único ao jogo, remetendo aos clássicos dos anos 90 e 2000.

Os resultados estéticos foram muito bem recebidos pelo grupo, demonstrando que a escolha de um estilo visual diferenciado pode enriquecer significativamente a experiência do usuário e o apelo do produto final. A criação de objetos e cenários detalhados em pixel art não apenas serviu como base para a programação, mas também evidenciou a fusão entre arte e tecnologia no desenvolvimento de jogos.

O entretenimento foi um pilar essencial na concepção do jogo. Acreditamos que, para fixar o interesse do participante e ampliar sua curiosidade sobre os assuntos abordados, a diversão é um fator indispensável. A proposta do jogo, com suas fases e desafios, foi projetada para engajar o jogador de forma contínua, garantindo que o aprendizado ocorresse de maneira prazerosa. Vale ressaltar que o aprendizado decorre dos desafios que aborda questões educativas de Física, Matemática e Química.

Todas as questões já criadas para o jogo foram revisadas e estruturadas, elas estão cumprindo o seu papel no jogo de maneira excelente, ou seja, sem nenhum erro no código.

No que tange ao aspecto educacional, o jogo integrou com sucesso questões das citadas disciplinas, transformando o aprendizado em desafios práticos. Todas as questões foram cuidadosamente revisadas e estruturadas, e a ausência de erros no código garantiu que o jogo cumprisse seu papel educativo de forma excelente. Essa integração de disciplinas demonstra a versatilidade da programação como ferramenta pedagógica e sua capacidade de abordar conteúdos complexos de maneira simplificada e acessível.

Durante as discussões do grupo, emergiu a necessidade de apresentar o conhecimento básico sobre programação de forma resumida e fácil para o público. Por isso, foi decidido exemplificar comandos básicos durante a apresentação, além de abordar a importância da programação no contexto

atual e futuro. A relevância da programação no mercado de trabalho e sua presença crescente em nosso dia a dia foram temas centrais, reforçando a mensagem de que a programação é uma habilidade indispensável para o futuro.

Um ponto crucial no desenvolvimento de qualquer software é a correção de falhas, popularmente conhecidas como “bugs”. O processo de testes e depuração foi intensivo e fundamental para garantir a estabilidade e a funcionalidade do jogo. A identificação e correção desses erros, embora trabalhosa, foi essencial para evitar problemas durante a apresentação ao público. Essa experiência reforçou a importância da fase de testes no ciclo de vida do desenvolvimento de software e a necessidade de um olhar crítico e detalhista para garantir a qualidade do produto.

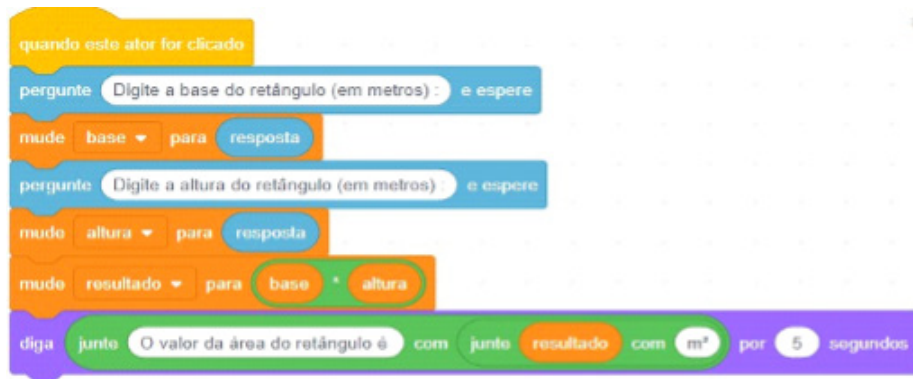
Em suma, o projeto superou as expectativas, entregando um produto que combina teoria e prática de forma divertida e educativa. A vasta utilidade da programação e a melhoria no manuseio das ferramentas foram aprendizados significativos para todos os envolvidos, consolidando a programação como um conhecimento útil e indispensável para o futuro profissional. Os resultados demonstram que é possível apresentar a programação de maneira acessível, engajadora e eficaz, abrindo portas para que mais pessoas explorem esse campo transformador.

Figura 1 – Arte “Sprite” da personagem principal do jogo



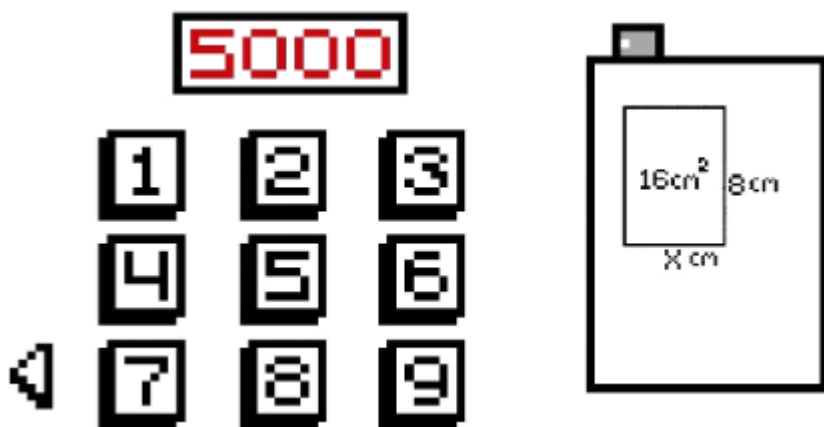
Fonte: Autoria Própria, Luna and Cat

Figura 2 – Exemplificação da programação em blocos utilizada na produção do jogo



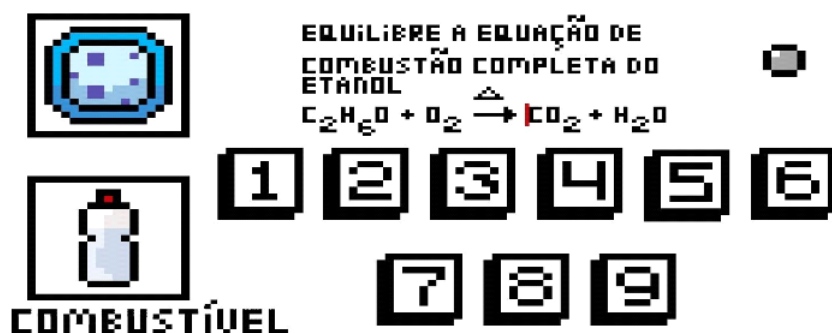
Fonte: DEV Community / Scratch, 2021.

Figura 3 – Imagem da parte educativa da matéria de Matemática dentro do jogo



Fonte: Autoria Própria, Luna and Cat

Figura 4 – Imagem da parte educativa da matéria de Química dentro do jogo



Fonte: Autoria Própria, Luna and Cat

Figura 5 – Imagem da cozinha da Pizzaria dentro do jogo



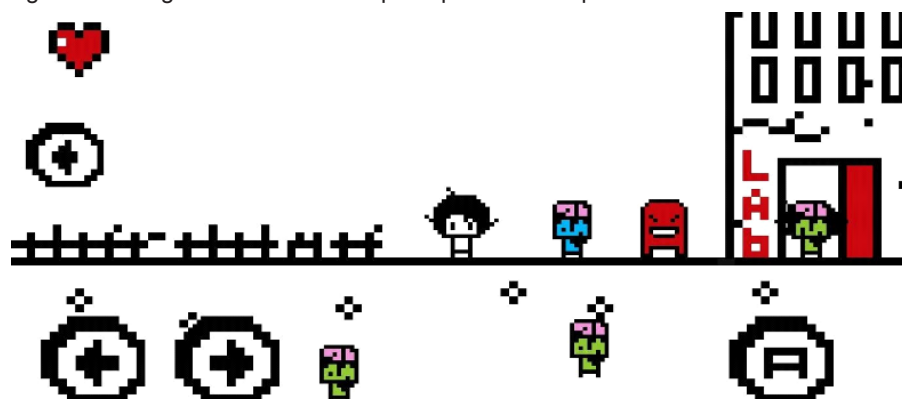
Fonte: Autoria Própria, Luna and Cat

Figura 6 – Imagem da cidade pós-apocalíptica do jogo infestada de monstros



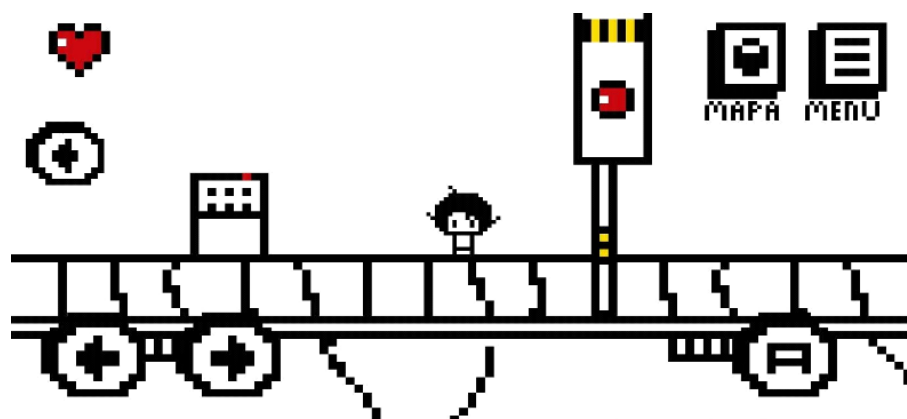
Fonte: Autoria Própria, Luna and Cat

Figura 7 – Imagem de um cenário que representa um prédio labor



Fonte: Autoria Própria, Luna and Cat

Figura 8 – Imagem de um cenário que representa um prédio laboratorial visto de fora



Fonte: Autoria Própria, Luna and Cat

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto “Educação na Programação” representou uma jornada inédita e enriquecedora para todos os participantes do grupo. A sua realização demandou uma intensa busca por informações e um aprofundamento significativo no vasto universo da programação. A criação do jogo, concebido como um exemplo prático da programação em ação, exigiu dedicação ao estudo e ao treinamento nas diversas linguagens e lógicas que regem esse campo.

Reconhecendo que a programação é uma área que demanda foco

e tempo, e considerando a disponibilidade dos membros do grupo, a escolha pela linguagem de “Programação em Blocos” foi estratégica e se mostrou uma decisão acertada. Essa abordagem simplificada permitiu a programação sem a necessidade de transcrever inúmeras linhas de código e comandos complexos, tornando o processo mais acessível e viável. A programação em blocos, frequentemente utilizada na introdução da programação para crianças, alinhou-se perfeitamente ao objetivo do grupo de apresentar o tema de forma compreensível e engajadora para o público da feira.

O resultado do desenvolvimento do jogo foi, na opinião do grupo, extremamente interessante e satisfatório. O trabalho artístico, especialmente o estilo “pixel art” escolhido para os cenários e objetos, conferiu uma estética agradável e visualmente atraente. Embora o estilo fosse novo para todos os integrantes, o empenho e a dedicação resultaram em um trabalho caprichado, demonstrando que a superação de desafios e a busca por novas habilidades são parte integrante do processo de aprendizado e criação.

Ao longo do projeto, a equipe também se dedicou a pesquisar e compreender a profunda importância da programação na sociedade contemporânea. Ficou evidente que a programação está onipresente em nosso cotidiano, influenciando desde as interações mais simples até os sistemas mais complexos. A tendência é que sua presença se intensifique ainda mais, consolidando-se como um fator chave para o futuro.

Cientes dessa relevância, os membros do grupo sentiram-se no dever de apresentar esse assunto da melhor forma possível aos convidados do evento escolar, transmitindo não apenas o conhecimento técnico, mas também a paixão e o entusiasmo pela área.

Em suma, o projeto “Educação na Programação” não apenas alcançou seus objetivos de apresentar a programação de maneira teórica e prática, mas também o fez de forma educativa e divertida. A experiência proporcionou aos participantes um aprendizado valioso sobre a utilidade e o manuseio da programação, servindo como um conhecimento fundamental para seus futuros, dada a crescente importância e indispensabilidade dessa área no mercado de trabalho e na sociedade como um todo.

## REFERÊNCIAS

Coelho, A. **TIC em 3D**. Blogspot, “Pocket Code - Programa 1: Animar, Mover e Fazer Falar um Personagem”. 2020. Disponível em: <<https://3dalpha.blogspot.com/2020/10/pocket-code- programa-1-animar-mover-e.html>> Acesso em 08/07/2024.

Dev, S. G. [@StartGameDev]. Youtube, “**Sistema de efeito pra troca de cena no pocket code**”. 17/07/2020. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Hv4iuS48hol>>. Acesso em 11/07/2024.

Ebac, Equipe. Escola Britânica de Artes Criativas e Teconologia, EBAC, “**O que é uma linguagem de programação?**”. 07/07/2023. Disponível em: <<https://ebaconline.com.br/blog/linguagem-de- programacao>>. Acesso em 25/07/2024.

Laxender. [@laxender]. Youtube, “**Áudio no Pocket Code**”. 28/04/2020. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=p3Ksux8Vq2I>>. Acesso em 17/07/2024.

**Linguagem de programação:** guia para desenvolvedores iniciantes. 28/03/2023. Disponível em: <<https://www.alura.com.br/artigos/linguagem-programacao>>. Acesso em: 23/07/2024

**Luna e Cat:** Crie o seu próprio. Disponível em: <[https://play.google.com/store/apps/details?id=org.catrobat.catroid.lunaand-cat&hl=pt\\_BR](https://play.google.com/store/apps/details?id=org.catrobat.catroid.lunaand-cat&hl=pt_BR)>. Último Acesso em: 23/07/2024.

**Pocket Code:** Programa os seus. Disponível em: <[https://play.google.com/store/apps/details?id=org.catrobat.catroid&hl=pt\\_BR](https://play.google.com/store/apps/details?id=org.catrobat.catroid&hl=pt_BR)>. Acesso em: 24/07/2024.

**Scratch - Imagine, Programe, Compartilhe.** Disponível em: <<https://scratch.mit.edu>>. Acesso em: 24/07/2024.

Street, G. [@GMSTREET]. Youtube, “**#AULA 7: COMO FAZER O PERSONAGEM DAR SOCO , POCKET CODE!**”. 09/03/2021. Disponível em:  
<<https://www.youtube.com/watch?v=p3Ksux8Vq2I>>. Acesso em 15/07/2024.

[PT-BR] **Conheça a Linguagem de Programação em Blocos - Scratch.** 2021. Disponível em:  
<<https://dev.to/celenny/pt-br-conheca-a-linguagem-de-programacao-em-blocos-scratch-20ll>>. Acesso em: 24/07/2024.



# Capítulo 10

## ESTUDO SOBRE ABSORÇÃO DE MEDICAMENTOS ORAIS NO CORPO HUMANO

Juliana Dias Braga

Rafaela Souza Petra Fontoura Melo

Arley Campos Rocha

### RESUMO

Este estudo explora a absorção de fármacos, considerando suas propriedades físico-químicas, formulações e vias de administração. Focando em medicamentos em meio ácido, básico e neutro, analisamos a influência do revestimento e da forma física dos medicamentos na taxa de absorção. O objetivo é conscientizar sobre os riscos do uso inadequado de medicamentos e entender melhor suas interações no trato gastrointestinal, especialmente em condições controladas de liberação. Esperamos que os resultados contribuam para o desenvolvimento de novas terapias e melhorem o uso seguro e eficaz dos medicamentos.

**Palavras-chave:** absorção de fármacos; interação medicamentosa; comportamento em diferentes pH.

### INTRODUÇÃO

No campo da farmacologia, diferentes formas de administração de medicamentos são utilizadas para garantir que as substâncias ativas exerçam sua ação terapêutica de maneira eficaz. A forma farmacêutica representa o estado final da substância ativa após passar por proces-

tos tecnológicos específicos, com o objetivo de facilitar sua administração, aumentar a estabilidade e promover melhor adesão ao tratamento. (Coutinho, 2023).

A biodisponibilidade é um parâmetro fundamental, pois mede a fração do fármaco que atinge a circulação sistêmica e a velocidade com que isso ocorre. Ela reflete não apenas o início da ação terapêutica, mas também a eficácia da via de administração e da formulação escolhida. Essa absorção depende de fatores como solubilidade, estabilidade química e propriedades físico-químicas do fármaco, além da via utilizada — seja oral, bucal, sublingual, retal, parenteral, tópica ou inalatória. No caso das formas sólidas, como comprimidos e cápsulas, a etapa de dissolução é crucial, pois o fármaco precisa estar em solução para ser absorvido. Já medicamentos líquidos tendem a apresentar absorção mais rápida, por já estarem dissolvidos.

A farmacocinética estuda o trajeto do fármaco no organismo, abordando as etapas de absorção, distribuição, metabolização e excreção. Esse conhecimento permite prever variações na ação dos medicamentos, compreender interações medicamentosas e otimizar os regimes terapêuticos. A metabolização hepática, por exemplo, pode alterar significativamente a eficácia de um fármaco, assim como a sua toxicidade. (Acervo Comunidade Sanar, 2025).

Em geral, o estômago é o primeiro órgão no qual ocorre contato intenso entre um fármaco administrado por via oral e os líquidos gastrointestinais. Apesar de possuir uma superfície epitelial relativamente extensa, o estômago apresenta uma espessa camada de muco e um tempo de trânsito curto, o que limita a absorção de muitos fármacos. Essas características influenciam diretamente a formulação dos medicamentos. Além disso, como a maior parte da absorção ocorre no intestino delgado, o esvaziamento gástrico torna-se, frequentemente, o fator limitante da velocidade de absorção. A presença de alimentos, principalmente os ricos em gordura, pode retardar o esvaziamento gástrico e, conseqüentemente, reduzir a taxa de absorção. Por isso, recomenda-se que alguns fármacos sejam administrados em jejum para otimizar sua absorção. (Le, 2024).

O ambiente ácido estomacal também exerce um papel relevante na dissolução dos medicamentos. Fármacos sensíveis ao pH baixo podem ser degradados antes de serem absorvidos, o que compromete sua biodisponibilidade. Por isso, algumas formulações utilizam revestimentos entéricos que

impedem a liberação do fármaco no estômago, direcionando-a para o intestino, onde o pH é mais adequado. Já os sistemas de liberação controlada são projetados para liberar o fármaco de forma gradual, prolongando seu efeito e evitando picos de concentração plasmática. No entanto, o uso inadequado dessas formas — como triturar comprimidos de liberação prolongada — pode resultar em toxicidade, comprometendo a segurança do tratamento.

Compreender como os medicamentos interagem com o trato gastrointestinal, especialmente com o estômago, é essencial para garantir sua eficácia clínica. A pesquisa em farmacocinética e biodisponibilidade tem papel central no desenvolvimento de novas formulações mais eficientes e seguras, além de orientar práticas de prescrição e uso racional dos medicamentos. A administração correta, aliada ao conhecimento sobre as condições do paciente e os fatores que afetam a absorção, é fundamental para otimizar os resultados terapêuticos e promover a saúde de forma mais precisa e segura.

## OBJETIVO

O objetivo principal desta pesquisa é aumentar a conscientização pública sobre o uso adequado de medicamentos, com uma análise abrangente de sua interação com diversos meios, incluindo soluções ácidas, básicas e neutras. A pesquisa também analisa o revestimento dos comprimidos e a comparação de medicamentos sólidos e líquidos na taxa de absorção dos medicamentos pelo corpo humano.

Sendo assim, é importante ajudar as pessoas a compreenderem os riscos dos medicamentos e como eles são usados. Visa abordar a falta de compreensão na administração de medicamentos, enfatizando a importância da adesão aos princípios médicos para maximizar as vantagens terapêuticas. A proposta de conscientização vai além de uma simples investigação teórica. Compreender melhor como diferentes fatores afetam a absorção de medicamentos no trato gastrointestinal, o que pode ajudar os espectadores a compreenderem a importância do uso cuidadoso e informado dos medicamentos. Incentivar práticas mais seguras e eficazes no uso de medicamentos, com o objetivo de melhorar a saúde pública.

A iniciativa busca promover o reconhecimento do conhecimento científico nas atividades cotidianas. Os conceitos apresentados neste trabalho são cruciais para a compreensão de fenômenos que têm impacto direto no bem-estar das pessoas, tal como na química ou na física. Estes conceitos

não só promovem a eficiência e funcionalidade na utilização de medicamentos, mas também enfatizam a importância de uma abordagem bem-informada e responsável às questões de saúde, o que por sua vez promove uma sociedade mais consciente e saudável.

Eventualmente, espera-se que o público compreenda os detalhes técnicos abordados e fique motivado a utilizar esse conhecimento nas suas atividades diárias, promovendo assim o uso seguro e eficaz dos medicamentos e contribuindo para uma sociedade melhor. Conhecido e com boa saúde

## **METODOLOGIA**

Neste trabalho, temos o objetivo demonstrar o efeito do pH ambiental na absorção de medicamentos, analisar o desempenho de diferentes revestimentos de comprimidos em ambientes ácidos, neutros e alcalinos e melhorar as condições intestinais.

O teste foi elaborado para entender melhor o processo de liberação do medicamento e sua eficiência de absorção em diferentes partes do sistema digestivo.

Além disso, o estudo visa conscientizar sobre as consequências do uso errado de medicamentos, enfatizando necessidade de escolha da abordagem correta para garantir o tratamento e a segurança do paciente.

**Materiais utilizados:**

- Soluções ácida, neutra e alcalina;
- Comprimidos com diferentes tipos de revestimento;
- Recipientes específicos para cada solução;
- Medidores de pH;
- Água destilada;
- Termômetros.

### **a )Preparação das Soluções:**

- Prepare três tipos de soluções: uma ácida, uma neutra e uma alcalina.
- Ajuste o pH de cada solução usando ácidos, bases e água destilada. Assegure-se de que as soluções estejam dentro das seguintes faixas de pH: ácido (pH 1-3), neutro (pH 7) e alcalino (pH 8-10).

### **b) Seleção dos Comprimidos:**

- Escolha comprimidos com diferentes tipos de revestimento, como comprimidos com revestimento entérico e comprimidos sem revestimento. Isso permitirá avaliar como cada tipo de comprimido interage com diferentes ambientes.

### **c) Execução do Trabalho:**

- Coloque cuidadosamente cada comprimido em um recipiente contendo uma das soluções preparadas. Certifique-se de que os comprimidos estejam totalmente imersos na solução.
- Observe como os comprimidos se dissolvem na solução. Anote o tempo que cada comprimido leva para se decompor completamente ou parcialmente e registre qualquer mudança no pH da solução.

### **d) Observação e Registro:**

- Registre detalhadamente o comportamento dos comprimidos em cada uma das soluções. Observe e anote qualquer mudança no pH e na dissolução dos comprimidos.
- Mantenha um registro completo de todas as observações feitas durante o experimento, incluindo comparações entre os diferentes métodos e soluções utilizadas.

### **e) Análise dos Resultados:**

- Analise os dados coletados, organizando-os em gráficos comparativos para facilitar a visualização das diferenças entre os pH das soluções e a dissolução dos comprimidos.
- Discuta como o tipo de revestimento dos comprimidos e o pH específico das soluções impactam a absorção dos medicamentos no trato gastrointestinal.

Este experimento mostrou como o pH do meio influencia diretamente a dissolução e, portanto, a absorção dos medicamentos no organismo. Observamos que os comprimidos com revestimentos entéricos, projetados para resistir ao ambiente ácido do estômago, dissolveram-se mais eficazmente em meios alcalinos, simulando as condições do intestino delgado. Já os comprimidos sem revestimento dissolveram-se rapidamente em meio ácido, o que poderia comprometer a eficácia do fármaco se sua absorção fosse necessária em regiões mais distais do trato digestivo.

Esses resultados ressaltam a importância do revestimento dos comprimidos e da escolha correta da formulação para garantir que o medicamento seja liberado no local ideal do trato gastrointestinal. O experimento também enfatiza a importância de seguir as orientações de administração, como a ingestão com água, para evitar a dissolução inadequada. Assim, o entendimento desses fatores contribui para o uso seguro e eficaz dos fármacos, melhorando os resultados terapêuticos e minimizando riscos ao paciente.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste estudo, preparamos soluções ácidas, neutras e alcalinas para avaliar a dissolução de comprimidos com diferentes tipos de revestimentos. A pesquisa foi realizada no laboratório de química da escola, onde nos concentramos em medir o tempo de dissolução dos comprimidos em cada solução, uma vez que não dispúnhamos de um medidor de pH. A quantidade de água em cada solução foi calculada com precisão utilizando a fórmula de molaridade, garantindo a consistência dos resultados.

Durante os experimentos, observamos que, em média, os comprimidos foram reduzidos à metade em um período de 3 minutos. Nossos resultados mostraram que as soluções ácidas foram as mais eficazes em promover uma dissolução rápida dos comprimidos, em comparação com as soluções neutras e alcalinas. Essa diferença significativa na taxa de dissolução em meios ácidos sugere que o pH do ambiente onde o medicamento é ingerido pode ter um impacto substancial na sua eficácia, especialmente no que diz respeito à liberação e absorção do princípio ativo.

Além disso, as descobertas deste estudo destacam a importância do meio em que os medicamentos são administrados, não apenas em termos de eficácia, mas também de segurança. A comparação dos nossos resultados com a literatura existente revelou novas informações sobre como dife-

rentes tipos de revestimentos de comprimidos interagem com soluções de pH variado, proporcionando insights valiosos que podem influenciar futuras formulações de fármacos.

Este trabalho é relevante não só do ponto de vista científico, mas também educacional, ao evidenciar a necessidade de uma compreensão mais profunda sobre a dissolução e absorção de medicamentos. Acreditamos que nossos resultados possam incentivar futuras pesquisas nessa área e, ao mesmo tempo, aumentar a conscientização sobre a importância de seguir corretamente as orientações médicas quanto ao uso de medicamentos. Desta forma, esperamos contribuir para um melhor entendimento sobre a dissolução adequada dos medicamentos e, conseqüentemente, para a promoção de tratamentos mais eficazes e seguros.

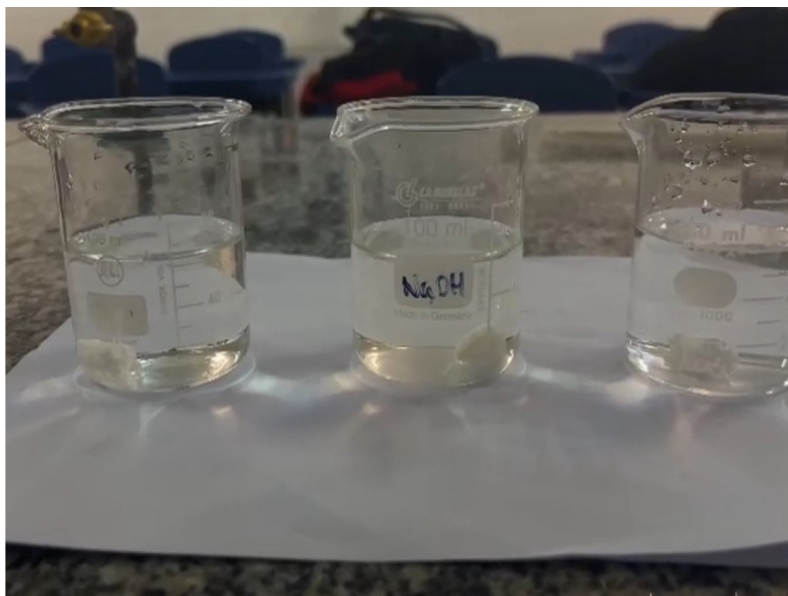
A seguir terá um exemplo de como será preenchida a tabela de comparação do pH e do tempo de solubilização do fármaco nas soluções.

Figura 1 - Solução Neutra (água destilada); Solução alcalina (Hidróxido de Sódio); Solução Ácida (Ácido clorídrico)



Fonte: elaborado pela própria autora.

Figura 2 – adição de  $\frac{1}{2}$  comprimido de paracetamol em cada solução



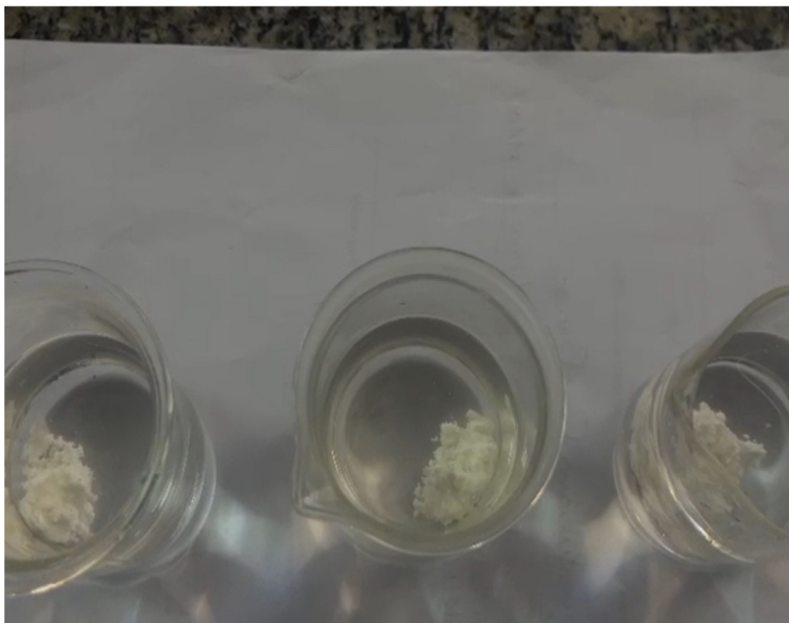
Fonte: elaborado pela própria autora.

Figura 3 – 1 minuto após adição de  $\frac{1}{2}$  comprimido de paracetamol em cada solução



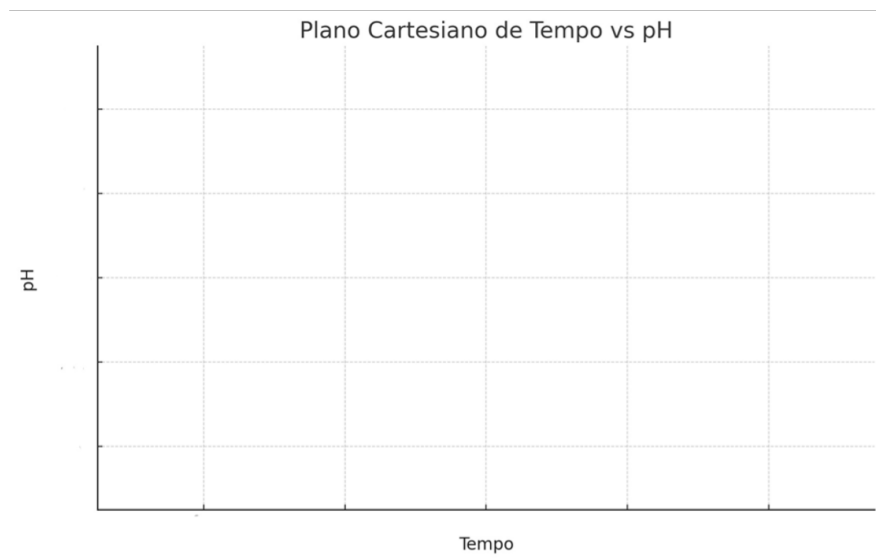
Fonte: elaborado pela própria autora.

Figura 4 – 3 minutos após adição de  $\frac{1}{2}$  comprimido de paracetamol em cada solução



Fonte: elaborada pela própria autora.

Gráfico 1 – exemplo de gráfico a ser construído



Fonte: elaborado pela própria autora.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por fim, esperamos que este trabalho sobre a absorção de fármacos em diferentes ambientes e sua conscientização acerca do uso adequado de medicamentos possa não apenas desenvolver um pensamento crítico sobre o assunto, mas também promover uma compreensão mais profunda e responsável dos medicamentos e suas interações com o corpo humano. A análise realizada sobre a dissolução de comprimidos em soluções ácidas, básicas e neutras, juntamente com a avaliação da influência dos revestimentos e formas farmacêuticas, visa destacar a importância do conhecimento científico na prática diária de uso de medicamentos.

Dessa forma, espera-se que, ao final do experimento, os participantes tenham adquirido uma compreensão mais clara sobre como os diferentes fatores influenciam a eficácia e segurança dos fármacos. Também é desejável que o estudo inspire novas pesquisas e abordagens na área, com o objetivo de otimizar a absorção e o efeito terapêutico dos medicamentos.

Ademais, este trabalho busca promover a conscientização sobre a importância do consentimento e da adesão às orientações médicas, ressaltando o papel fundamental que o conhecimento desempenha na maximização dos benefícios terapêuticos. Ao conectar esses conceitos com a vida cotidiana, espera-se contribuir para uma sociedade mais informada e consciente, capacitada para tomar decisões de saúde de maneira mais segura e eficaz.

As considerações finais deste trabalho reforçam a relevância de uma abordagem informada e crítica ao uso de medicamentos, evidenciando como o conhecimento das interações químicas e físicas pode impactar positivamente a saúde pública. A partir dos resultados obtidos, é possível concluir que o uso responsável e consciente dos medicamentos é essencial para garantir o bem-estar e a segurança dos indivíduos, e que a disseminação desse conhecimento pode levar a avanços significativos na prática terapêutica.

## REFERÊNCIAS

ACERVO COMUNIDADE SANAR. **Farmacocinética**: descomplicando conceitos da farmacologia. [S.l.], Sanar, 13 mar. 2025. Disponível em: <https://sanarmed.com/farmacocinetica-descomplicando-conceitos-da-farmacologia-colunistas/>. Acesso em: 31 jul. 2025.

COUTINHO, Caio. **Comprimido, gotas, injeções... quais as diferenças entre as formas de administração de medicamentos?** [S.l.], Drauzio, 8 ago. 2023. Disponível em: <https://drauziovarella.uol.com.br/medicamentos/comprimido-gotas-injecoes-quais-as-diferencas-entre-as-formas-de-administracao-de-medicamentos/amp/>. Acesso em: 11 ago. 2024.

**FARMACOCINÉTICA:** absorção, distribuição, biotransformação e eliminação (Farmacologia). [S.l.: s.n.], 26 set. 2020. 1 vídeo (19 min). Publicado pelo canal Bio Aulas – Prof. Matheus Moura. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Hp-Q2Jf5Hws>. Acesso em: 30 abr. 2024.

LE, Jennifer. Absorção de Fármacos. [S.l.], **Manual MSD:** versão para profissionais de Saúde, nov. 2024. Disponível em: <https://www.msdmanuals.com/pt/profissional/farmacologia-cl%C3%ADnica/farmacocin%C3%A9tica/absor%C3%A7%C3%A3o-de-f%C3%A1rmacos>. Acesso em: 29 nov. 2024.

NOVAIS, Stéfano Araújo. **Indicadores ácido-base:** indicadores ácido-base são responsáveis por determinar o ponto estequiométrico de uma reação química por meio de uma alteração de cor. [S.l.], Manual da Química, c2024. Disponível em: <https://www.manualdaquimica.com/fisico-quimica/indicadores-acido-base.htm>. Acesso em: 30 abr. 2024.



# Capítulo 11

## DROGAS: EFEITOS, TRÁFICO E QUÍMICA FORENSE

Ana Paula Ramos Fernandes Pinto

Laura Kürster Mattos Salviano

Lucas frias Silva da Costa

Manuella Rocha de Souza

Thiago Santangelo Costa

Jefte Pinheiro Júnior

### RESUMO

A dependência química, considerada uma doença que afeta o sistema nervoso central, é definida pelo uso descontrolado de drogas ilícitas como ecstasy, maconha e cocaína. Essas drogas são frequentemente romantizadas na cultura popular, especialmente na indústria musical, influenciando jovens a experimentá-las como solução para problemas ou busca por prazer. Esse comportamento contribui para a dependência, impactando negativamente indivíduos e comunidades, destruindo laços familiares e oportunidades sociais. A Toxicologia Forense desempenha um papel crucial na luta contra o tráfico e uso de drogas ilícitas, utilizando análises químicas para identificar substâncias em cenários criminais. A conscientização sobre os efeitos adversos das drogas e a implementação de políticas públicas eficazes são essenciais para mitigar esses danos e promover uma sociedade mais saudável e produtiva, afastando-se do uso de drogas.

**Palavras-chave:** Cultura. Perícia criminal. Dependência química.

## INTRODUÇÃO

O termo “droga” é utilizado para definir qualquer substância capaz de promover alterações nas condições fisiológicas ou psicobiológicas do corpo humano, sendo, assim, utilizado na medicina, por exemplo, para nomear os medicamentos que utilizamos rotineiramente no combate de sintomas e infecções que atingem a nossa saúde. Entretanto, é mais frequente encontrar o uso da nomenclatura para se referir às substâncias ilícitas - como a cocaína - que associamos ao tráfico, ao mundo do crime e à dependência química.

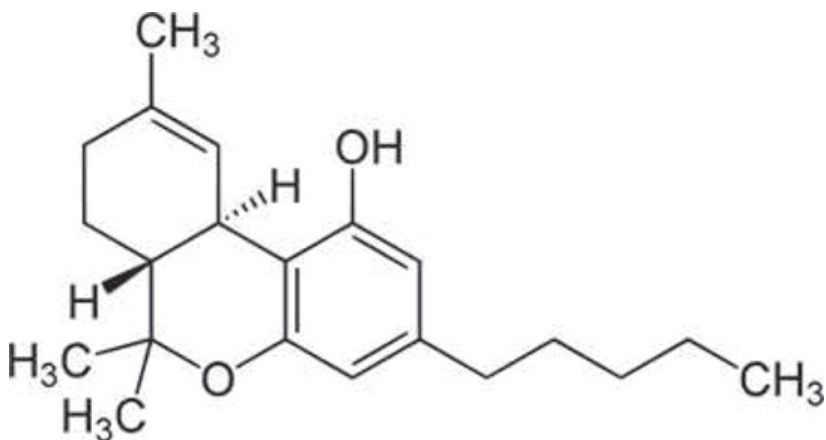
A dependência química é uma doença promovida pelo uso contínuo e vicioso dos ilícitos - que chamamos comumente de drogas - e afeta o neurológico dos usuários, onde eles se veem, como sugere o nome, dependentes desse consumo para manter o estado psicológico que sentem durante o efeito. Dessa forma, sem o tratamento devido, o dependente sofrerá com prejuízos em diversos aspectos de sua vida, podendo, esses, serem danos fisiológicos e psicológicos, ou, em casos extremos, a morte por overdose.

Sob essa ótica, as drogas mais utilizadas no Brasil e no mundo, de acordo com os dados do Levantamento Nacional de Álcool e Drogas (LENAD) e do World Drug Reporting, são, depois do álcool e do tabaco, a maconha, a cocaína - e derivado, crack - e o ecstasy. Essas, além do alto índice de consumo, também são as mais comentadas e conhecidas através das mídias e da cultura popular.

A maconha é uma droga considerada natural - àquelas extraídas da natureza, pela fauna ou flora - adquirida através das plantas *Cannabis sativa* e *Cannabis Indica*, nativas da Índia. Seu princípio psicoativo causador dos efeitos alucinógenos é um canabinóide chamado tetrahydrocannabinol - ou THC (Figura 1) -, o qual causa uma redução da atividade cerebral, que promove um estado de sonho no usuário e torna a realidade sem nexo para si. Também possui ação levemente psicodélica, causando uma distorção na percepção de tempo, cor e espaço, o que traz o sentimento falso de “bem-estar” e fuga à realidade, pois alivia a tensão e causa uma “euforia” na pessoa que está consumindo. Contudo, sua abstinência causa forte ansiedade, irritabilidade, insônia, perda de apetite, depressão e náusea, o que intensifica a propensão à dependência desse entorpecente. A legalização da maconha em diversos países tornou seu uso cada vez mais “aceito”, fazendo com que muitas pessoas começassem a ignorar os tamanhos danos de saúde a longo

prazo promovidos pelo vício em THC ao buscar esse alívio momentâneo que o canabinóide proporciona.

Figura 1 — Fórmula em Bastão do Tetrahydrocannabinol (THC)

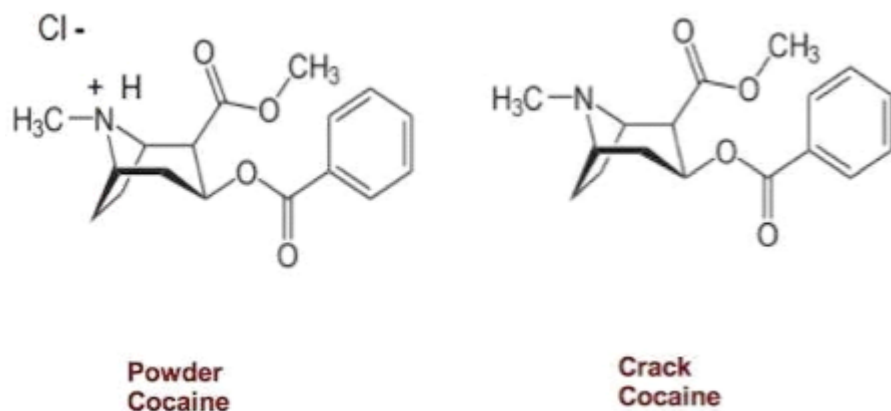


Fonte: Mundo Educação.

Também considerada uma droga natural, a cocaína é um alcalóide extraído das folhas de diversas espécies de plantas do gênero *Erythroxylum*, sendo a espécie mais utilizada para sua confecção a *Erythroxylum coca*, que origina seu nome. Esse psicotrópico é mais conhecido como “pó”, pois sua principal forma de uso é em sal solúvel - o cloridrato de cocaína - mas também é muito utilizado na forma de “pedra” - o crack -, que não tem caráter solúvel, mas é facilmente incinerado para fumo. Quando atinge o organismo do usuário, essa droga provocará uma sensação de extremo alerta, euforia e grande “poder”, através da obstrução dos receptores que reabsorvem a dopamina, fazendo com que ela permaneça por mais tempo em ação. Porém, seu efeito dura pouco tempo - de 15 a

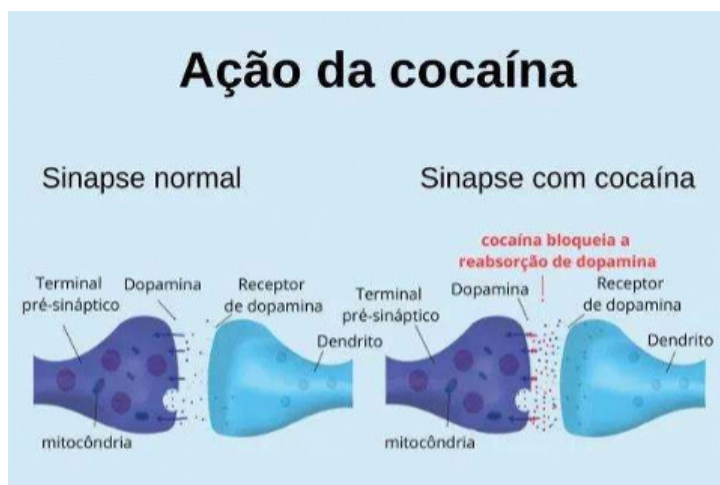
30 minutos -, o que a torna um entorpecente de alto potencial para causar dependência, principalmente quando inalado, já que os usuários consomem dentro de pequenos intervalos de tempo para o efeito permanecer.

Figura 2 — Fórmulas em Bastão do Cloridrato de Cocaína (Pó) e do Crack (Pedra)



Fonte: Alternet.

Figura 3 - Ação da Cocaína no Corpo



Fonte: Brasil Escola

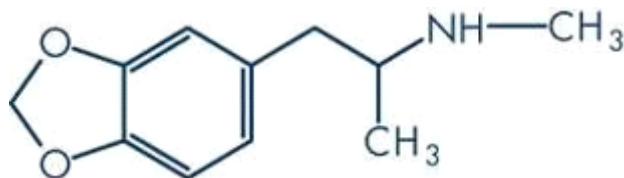
Por conta do seu forte e perigoso efeito, a cocaína é um dos entorpecentes de maior risco à overdose. Isso ocorre porque, dentre seus diversos efeitos negativos para a saúde, ela aumenta a pressão arterial, a frequência cardíaca e a temperatura corporal. Em outras palavras, doses muito altas podem causar a arritmia, paradas cardíacas e hipertermia em nosso corpo - todas caracterizando condições que são fatais. Além disso, os impactos

causados pela abstinência desse psicotrópico podem caracterizar um quadro de depressão severa e ímpetos suicidas, o que torna os ex-usuários extremamente vulneráveis e necessitados de acompanhamento médico a longo prazo.

Em contrapartida com os anteriores, o ecstasy é classificado como uma droga sintética - que é produzida através de substâncias químicas no laboratório - e tem o mesmo princípio ativo do LSD:

A metilenodioximetanfetamina (Figura 4). Esse psicoativo é conhecido por diversos nomes, como Molly ou MD, mas ficou conhecido como a “droga do amor” por, dentre outros efeitos psicodélicos, intensificar a sensibilidade física, sociabilidade e desejo sexual de quem o usa. Sua forma de consumo mais comum é através dos comprimidos, mas também poderá ser utilizada de forma intravenosa, e seu efeito é mais longo, durando cerca de 8 a 10 horas no corpo. Contudo, seus efeitos podem ser perigosos à vida de quem usa, pois o ecstasy é capaz de causar desidratação e elevação intensa da temperatura corporal, sintomas que podem afetar irreversivelmente o sistema neurológico do usuário, resultando em hipertermia e derrames cerebrais, além de surtos psicológicos e até mesmo a morte.

Figura 4 - Fórmula em Bastão do Ecstasy (MDMA)



Fonte: Brasil Escola

Compreendendo o leque de efeitos negativos provocados por esses narcóticos, pode-se concluir que é necessário zelar pela conscientização da população sobre o uso de drogas ilícitas e acolher os dependentes químicos de forma a contribuir com o seu processo de cura. Ademais, um fator alarmante na contemporaneidade que intensifica a curiosidade de jovens a testar os psicotrópicos é a alta romantização e normalidade na abordagem dos efeitos dos mesmos dentro da nossa cultura popular, especialmente no mundo da música e das obras cinematográficas.

Figura 5 - Cena de Uso Explícito de Drogas em “Euphoria”



Fonte: HBO/Euphoria

No cenário artístico-musical da atualidade, a utilização das drogas tende a ser algo “banalizado”, onde os cantores fazem uso das mesmas como uma maneira de aprimorar e expandir seu processo criativo, e explicitam isso em suas obras, destacando somente os efeitos “positivos” e o prazer momentâneo pós-uso dos psicodélicos. Visto isso, surge uma tendência de glamorização sobre estas substâncias entre os jovens ouvintes. A justificativa disso é que os adolescentes, por serem influenciados diretamente pelo o que consomem durante sua formação cerebral, tendem a se inspirar em seus ídolos musicais, fazendo o máximo possível para se assemelharem a essas figuras e a seus estilos de vida. Nesse caso, diversos adolescentes consomem drogas com a imagem idealizada pelo cenário artístico, utilizando-as de forma recreativa que, por consequência, acaba resultando em estado de vício.

Nesse sentido, podemos exemplificar diversos artistas de fama global que abordam explicitamente o uso dos entorpecentes em suas obras, como a cantora Lana del Rey, em obras como “National Anthem”, “High by the Beach” e “Florida Kilos”. Lana possui influência e fama mundial na atualidade, então sua abordagem das drogas, especialmente do uso de cocaína - que é uma das drogas de maior perigo vital ao usuário -, exemplifica os casos de romantização pela cultura. Esse estilo de menção aos uso de ilícitos instiga os fãs jovens a abusarem dos mesmos, compreendendo-os como algo positivo. Contudo, muitos artistas, na verdade, também sofrem com a dependência química em suas vidas, se tornando cegos de tamanha influência em outras pessoas por seus próprios vícios. Um dos casos mais trágicos e conhecidos

de dependência na mídia é o caso da cantora Amy Winehouse, a qual morreu pelo uso intensivo de drogas ilícitas - overdose -, e utilizava do consumo como escape para a pressão de ser uma figura pública. Já no mundo do cinema, outro caso de overdose que causou grande impacto foi o de Heath Ledger, ator conhecido por seus papéis em “10 Coisas Que Eu Odeio Em Você” e “Coringa”.

Figura 6 - Letra da Música “National Anthem”, de Lana del Rey



Fonte: Tumblr

O Brasil, segundo um estudo recente da Ipsos, lidera o ranking dos 31 países analisados quanto ao tráfico de drogas, onde seis em cada dez pessoas já viu ou teve contato com algum crime de compra ou venda dessas substâncias. Visto isso, o combate ao tráfico de psicotrópicos torna-se uma questão inadiável no país, sabendo que, além dos problemas de vício, de compra e de venda, esse crime está comumente associado ao crime organizado e a uma grande parcela dos homicídios ligados a este. Segundo estudos do Ipea, cerca de um terço (34,3%) das mortes violentas intencionais (MVI) estão ligadas às drogas ilícitas no Brasil, e duas grandes consequências diretas disso são a queda da expectativa de vida em 4,2 meses no país

e um prejuízo de cerca de cinquenta bilhões de reais na economia do ano analisado (2017).

Logo, com base em tantas problemáticas anexadas ao consumo de drogas, é possível concluir que é de extrema importância a ação para minimizar o uso das substâncias ilícitas o quanto antes em nossa sociedade. Tal combate somente será possibilitado se houver atenção no campo que nos traz maior risco: o tráfico internacional dos ilícitos, que possibilita o acesso das pessoas a essas substâncias de maneiras alternativas, mesmo sendo declaradas ilegais dentro da legislação brasileira. Nesse viés, iremos abordar os esforços dos profissionais da perícia em acabar com o transporte e produção dessas substâncias no Brasil e no mundo.

Em primeira análise, define-se como Toxicologia Forense - uma subdivisão específica da Química Forense - o campo de estudo criminalista que visa detectar e identificar a presença de substâncias capazes de causar alterações ou danos fisiológicos no organismo humano, como as drogas ou o próprio álcool. Sua relação com o combate às drogas é significativa, pois químicos forenses identificam e quantificam drogas em amostras, o que ajuda a polícia a entender padrões de uso e de tráfico, trazendo possíveis evidências que podem vir a ser úteis em investigações e processos judiciais. Além disso, essa análise é crucial para a aplicação da lei, permitindo a prisão e acusação de criminosos envolvidos com a venda e o fornecimento de substâncias ilícitas. Esse estudo também é importante para, cada vez mais, ao longo do tempo, as técnicas de combate ao tráfico de drogas ilícitas evoluírem.

Um dos testes mais importantes para os toxicologistas forenses é o Teste de Scott, que é um teste rápido que visa detectar a cocaína nos aeroportos durante as tentativas de exportação da mesma. Ele é um teste colorimétrico em que se utiliza o reagente de Scott - formado por uma solução de tiocianato de cobalto em meio ácido - em contato com a substância apreendida, assumindo uma cor azul-turquesa caso seja positivo para cocaína/crack. Além deste teste, é possível utilizar outro método para reconhecimento dessas substâncias conhecido como "Espectroscopia na região do Infravermelho", a fim de descobrir a substância através da absorção molecular com a radiação eletromagnética.

Por conter comprimentos de onda maiores que a luz visível, a região do infravermelho possui energia da mesma ordem de grandeza que os modos vibracionais de ligações moleculares, tendo assim uma enorme utili-

zação nos estudos químicos. O infravermelho médio possui 2,5-50 pm e é amplamente utilizado para a caracterização de moléculas, permitindo uma análise detalhada de

$$E = \left( \nu + \frac{1}{2} \right) \frac{h}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{\mu}} = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$$

suas estruturas. A ener-

gia nesta faixa é adequada para excitar os modos fundamentais de vibração das ligações químicas, cujas energias são discretas e podem ser descritas pela mecânica quântica. Como cada tipo de ligação possui uma energia característica, é possível identificar os grupos funcionais presentes na substância. Um modelo que descreve os níveis de energia é o oscilador harmônico quântico, o qual considera tanto as massas dos átomos envolvidos na ligação quanto a força da ligação. De acordo com este modelo, a energia potencial E da ligação é determinada por:

Onde  $\nu$  representa o número quântico vibracional, que é um número inteiro e positivo;  $h$  é a constante de Planck;  $k$  é a constante de força da ligação; e  $\mu$  é a massa reduzida do sistema, que é determinada como o esquema mostra. Através da Espectroscopia e dos conhecimentos das propriedades químicas dos compostos ilícitos, torna-se possível identificá-los através do cálculo exposto acima.

Além do ramo toxicológico, há um setor pericial dentro da Polícia Federal que atua em aeroportos e outros acessos de fronteiras internacionais que visa impedir o transporte de substâncias ilícitas ao redor do mundo. Os profissionais traçam, através do trabalho criminalístico investigativo, as principais rotas de tráfico de cada droga no país e no mundo, buscando meios de intervir nesse processo.

Dentre as rotas estudadas pela Polícia para minar o tráfico, podemos analisar, por exemplo, a principal rota de tráfico aéreo de cocaína no Brasil - chamada rota caipira -, tem como ponto de aterrissagem dos aviões trazendo a droga, principalmente, da Bolívia e do Paraguai em pequenas cidades de São Paulo, e as principais rotas terrestres, onde já houve apreensão de mais de 182 toneladas de entorpecentes pela Polícia Rodoviária Federal (PRF), são as BRs 101, 267 e 277.

Figura 7 - Mapa Sintetizado do Fluxo do Tráfico no Mundo

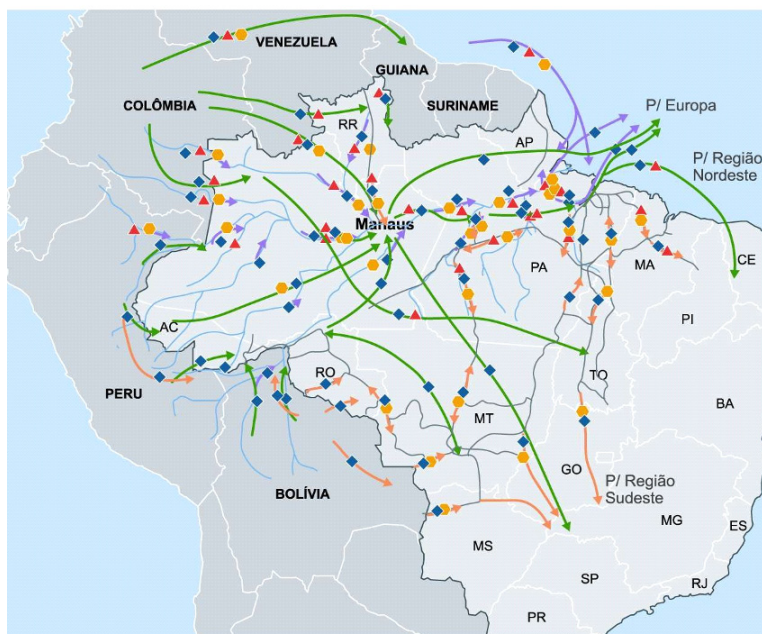


Fonte: Mundo Estranho

Figura 8 - Fluxo de Drogas na Região Amazônica (Brasil)

**Mapa síntese das Redes do narcotráfico na Amazônia**

→ Rota por transporte aéreo    → Rota por transporte fluvial/marítimo    → Rota por transporte rodoviário  
 — Rodovias    — Hidrografia    ▲ Skank    ● Maconha    ◆ Cocaína



Fonte: Projetos de Pesquisas Cartográficas da Violência na Amazônia (O Globo)

## OBJETIVO

- Destacar a importância da bioquímica forense para a sociedade, com enfoque na sua relevância para os trabalhos policiais em combate ao tráfico de narcóticos.
- Explicar como funcionam os métodos da Polícia Federal na análise de drogas.
- Associar o uso de drogas com a cultura popular do Brasil e do mundo, mostrando sua influência e seu impacto social.
- Ilustrar as maiores rotas de tráfico no mundo.
- Compreender a importância da conscientização da população sobre os prejuízos e riscos do uso de drogas e da dependência química.

## METODOLOGIA

### ***Simulação do Teste de Scott***

Devido a inviabilidade de acessar a cocaína em sua forma real, a solução para o experimento será simular o teste utilizando o indicador de pH Azul de Bromotimol, junto a um composto de caráter básico, já que o resultado será semelhante ao que acontece no teste original.

### **Materiais:**

- Azul de Bromotimol
- Substância em pó branca com caráter básico (ex.: KOH ou NaHCO<sub>3</sub>) Cotonete
- 200 mL de água

### **Como proceder?**

- Primeiro, separamos uma pequena quantidade de sólido branco, que simboliza a cocaína.
  - Depois de explicar a função, dissolvemos uma pequena quantidade (cerca de meia colher de chá) do sólido escolhido em água.
  - Então, colocaremos pequena quantidade de azul de bromotimol em um cotonete.
  - Já com o indicador, faremos com que o cotonete entre em contato com a solução aquosa do sólido. Caso apareça a coloração azul, pode-se dizer que o resultado do teste é positivo.
- Além disso, vamos explicar e representar de maneira ilustrativa a

investigação feita pela Polícia Federal nos aeroportos visando combater o tráfico - através, por exemplo, do raio-x, do interrogatório, entre outras posturas explicadas brevemente na introdução.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

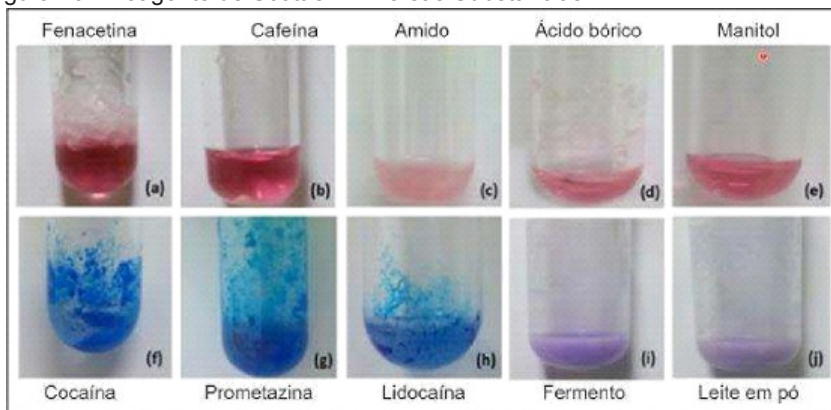
O resultado do Teste de Scott original (Figura 8) irá resultar na solução positiva adquirindo um tom de azul-turquesa vibrante, e outros compostos - exemplo: amido, cafeína, fermento - assumindo colorações rosadas ou arroxeadas (Figura 9). A explicação para a cor visível para nós está na Física, pois a reação de tiocianato de cobalto com a cocaína pura (crack) ou o cloridrato de cocaína emitirá uma onda de frequência contida no espectro colorimétrico da cor azul (Figura 10).

Figura 9 - Resultado Positivo no Teste de Scott



Fonte: Forensic Science International/Beduka

Figura 10 - Reagente de Scott em Diversas Substâncias



Fonte: Beduka

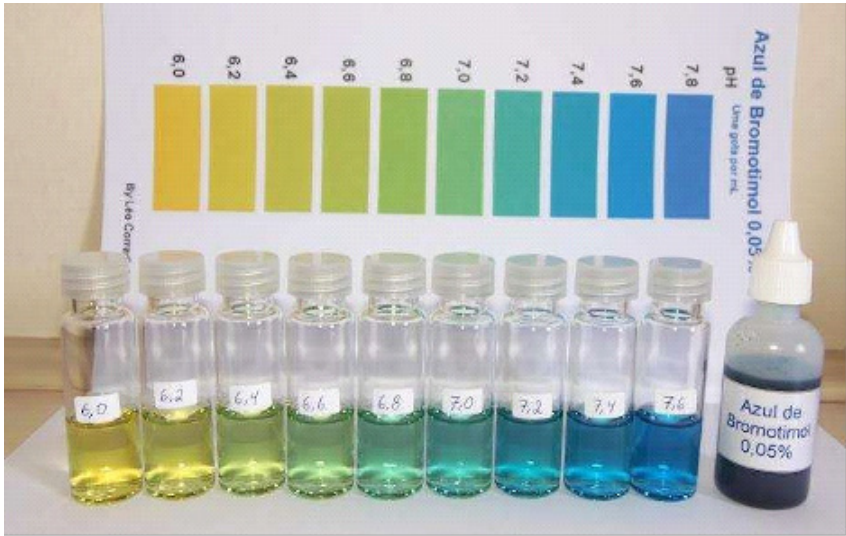
Da mesma forma, no teste simulado, a reação feita com o Azul de Bromotimol irá manter sua coloração azul durante o contato com a substância de caráter básico, pois, nesse caso, ele age como um indicador de pH (também um teste colorimétrico).

Tabela 1 — Resultados do Teste de Azul de Bromotimol

| COR        | CARÁTER DA SUBSTÂNCIA | PH APROXIMADO   |
|------------|-----------------------|-----------------|
| azul       | básico                | acima de 7,6    |
| amarelo    | ácido                 | abaixo de 6,0   |
| esverdeado | faixa de viragem      | entre 6,0 e 7,6 |

Fonte: Infoescola

Figura 11 - Teste de pH com Azul de Bromotimol



Fonte: Blog Potássio-40 (Léo Corradini)

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A mídia possui um poder fundamental para favorecer o combate ao uso das drogas, a influência. Com esta habilidade, ela se torna capaz de criar campanhas, propagandas e até mesmo séries de TV que possuem como finalidade demonstrar o lado negativo do consumo das substâncias ilícitas. Um dos exemplos da atualidade é a série da HBO Max, “Euphoria”, em que a utilização destes entorpecentes é demonstrada de maneira clara e

completa, ela retrata os efeitos tanto positivos quanto negativos das drogas, além de mostrar os danos causados no núcleo familiar. Ademais, os veículos midiáticos devem ser usados com responsabilidade, já que são instrumentos pedagógicos capazes de influenciar a formação do senso crítico dos consumidores de conteúdo. Logo, deve haver o apontamento de maneira crítica ao vício, promovendo o questionamento dos cidadãos sobre o assunto e, consequentemente, a criação de políticas públicas a fim de solucionar o consumo excessivo de psicodélicos.

O público mais atingido pelo impacto das mídias na contemporaneidade são os adolescentes e jovens-adultos, então a conscientização através da internet, da cultura pop e dos grandes influenciadores fazem uma grande diferença. Um exemplo da postura positiva que os influenciadores digitais podem tomar aconteceu recentemente, quando o criador de conteúdo Gustavo Foganoli promoveu uma campanha contra o vício em nicotina (#SemNicotina), o que trouxe grande visibilidade para a causa e acolheu outras pessoas que estavam no processo de parar com

o fumo. Esse tipo de atitude pode ser mobilizado também em relação aos ilícitos, sobretudo a maconha (Cannabis), que tem uma forte onda de uso devido a sua legalização em uma parcela considerável dos países, tal como a descriminalização recente no Brasil.

Vale ressaltar que tanto a Força Aérea quanto a Polícia Rodoviária Federal possuem grande importância para o combate do comércio ilegal de narcóticos, já que elas são responsáveis pela fiscalização de passageiros e cargas presentes nos aeroportos. Tais fiscalizações utilizam meios como cães farejadores e os estudos da toxicologia forense para brechar a conclusão da passagem dos ilícitos no território brasileiro e, por analogia, minimizar o consumo das substâncias por brasileiros, já que o acesso à compra das substâncias será limitado.

Portanto, a atuação dos órgãos governamentais e da influência midiática se tornam de extremo impacto na luta contra as drogas, visando tanto minar o tráfico, como neutralizar os casos de dependência química. Sob essa ótica, uma população mais informada sobre os efeitos prejudiciais a longo prazo da ação das drogas em seus organismos traz um resultado positivo para o bem-estar geral da sociedade. Ademais, uma postura crítica quanto ao uso dos psicotrópicos ajudará na reabilitação dos ex-usuários e melhor posição dos parentes de viciados ao acolhê-los e guiá-los nessa grande jornada.

Por fim, em larga escala, o fim do tráfico mina diversos problemas sociais muito maiores, como as questões do crime organizado, as mortes violentas por dívidas que são criadas para sustentar os vícios, o impacto econômico causado por esse comércio, entre outros. A dependência química afeta diferentes classes da população em suas maneiras, e é uma problemática a ser debatida e mitigada visando a uma melhora em diversos aspectos de nosso país.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Tarso. **De onde vêm as drogas:** as rotas do tráfico no mundo. Super Interessante, 2018. Disponível em: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/de-onde-vem-as-drogas-as-rotas-do-trafico-no-mundo>. Acesso em: 06 ago. 2024.

AUTOR, Sem. **World Drug Report 2024**. UNODC, 2024. Disponível em: <https://www.unodc.org/unodc/en/data-and-analysis/world-drug-report-2024.html>. Acesso em: 08 ago. 2024.

AUTOR, Sem. **Dia Internacional do Combate às Drogas:** Entenda a Importância do Perito. CRFSE, 2021. Disponível em: <https://crfse.org.br/noticia/1296/dia-internacional-de-combate-as-drogas-entenda-a-importancia-do-perito>. Acesso em: 06 ago. 2024.

AUTOR, Sem. **Toxicologia Forense contribui com o trabalho da Polícia Civil**. PEFOCE, 2019. Disponível em: <https://www.pefoce.ce.gov.br/2019/06/26/toxicologia-forense-contribui-com-o-trabalho-da-policia-civil/>. Acesso em: 06 ago. 2024.

AUTOR, Sem. **O que é Teste de Scott e Como Ocorre o Experimento**. ABPC, 2021. Disponível em: <https://www.abpc-df.com.br/post/o-que-%C3%A9-teste-de-scott-e-como-ocorre-o-experimento>. Acesso em: 10 ago. 2024.

AUTOR, Sem. **Músicas e droga:** Há ligação?. Blog Clínica Jequitibá, 2020. Disponível em: <https://blog.clinicajequitiba.com.br/musica-e-drogas-ha-ligacao/>. Acesso em: 24 jul. 2024.

AUTOR, Sem. **Conheça Quais São As 10 Drogas Mais Usadas no Brasil**. Clínicas de Recuperação, 2023. Disponível em: <https://clinicasrecuperacao.com/blog/conheca-as-10-drogas-mais-usadas-no-brasil/>. Acesso em: 10 ago. 2024.

AUTOR, Sem. **Ecstasy**. Toxicologia Pardini, 2023. Disponível em: <https://www.exametoxicologico.com.br/ecstasy/>. Acesso em: 10 ago. 2024.

AUTOR, Sem. **Teste de Scott**: O Detector de Cocaína. Beduka, 2021. Disponível em: [https://beduka.com/blog/materias/quimica/teste-de-scott/#google\\_vignette](https://beduka.com/blog/materias/quimica/teste-de-scott/#google_vignette). Acesso em: 10 ago. 2024.

BATISTA, Rafael. **Drogas**: Curiosidades e Malefícios. Brasil Escola, 2022. Disponível em: <https://brasilestola.uol.com.br/drogas>. Acesso em: 09 ago. 2024.

BORGES, Alexandre. **Brasil lidera ranking de tráfico de drogas, diz pesquisa**. O Antagonista, 2024. Disponível em: [https://oantagonista.com.br/brasil/brasil-lidera-ranking-de-trafico-de-drogas-diz-pesquisa/#google\\_vignette](https://oantagonista.com.br/brasil/brasil-lidera-ranking-de-trafico-de-drogas-diz-pesquisa/#google_vignette). Acesso em: 08 ago. 2024.

CARDOSO, Mayara. **Azul de Bromotimol**. InfoEscola, 2023. Disponível em: <https://www.infoescola.com/quimica/azul-de-bromotimol/>. Acesso em: 10 ago. 2024.

FLORES, Heloísa Fernandes. **Cocaína**. Brasil Escola, 2023. Disponível em: <https://brasilestola.uol.com.br/drogas/cocaína.htm>. Acesso em: 10 ago. 2024.

NEVES, Noelle. **Indústria Cultural**: como o cinema e a televisão retratam as drogas. Santa Portal, 2017. Disponível em: <https://santaportal.com.br/geral/industria-cultural-como-o-cinema-e-a-televisao-retratam-as-drogas/>. Acesso em: 24 jul. 2024.

O'MALLEY, Rika. **Cocaína**. Manual MSD, 2022. Disponível em: <https://clinicasrecuperacao.comhttps://www.msdmanuals.com/pt-br/casa/assuntos-es>

peciais/entorpecentes-e-intoxicantes/coca%C3%ADna. Acesso em: 10 ago. 2024.

O'MALLEY, Rika. **Maconha**. Manual MSD, 2022. Disponível em: <https://www.msmanuals.com/pt-br/casa/assuntos-especiais/entorpecentes-e-intoxicantes/maconha>. Acesso em: 09 ago. 2024.

PEREIRA, Leandro Soares. **Análise Multivariada e Espectroscopia no Infravermelho Aplicadas em Análises Forenses**. Tese de Doutorado (UFMG), 2018. Disponível em: [https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/SFSA-AXQM9V/1/leandro soares alves pereira tese .pdf](https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/SFSA-AXQM9V/1/leandro%20soares%20alves%20pereira_tese.pdf). Acesso em: 09 ago. 2024.

RODRIGUES, Luciana. Controle Penal sobre as Drogas Ilícitas. **Tese de Doutorado (USP)**, 2006. Disponível em: <https://cetadobserva.ufba.br/sites/cetadobserva.ufba.br/files/355.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2024.



# Sumário Estudantes Autores

Alice Silveira Ramalho (Segundo Ano)  
Ana Júlia Borges da Costa (Terceiro Ano)  
Ana Júlia Nascimento de Oliveira (Terceiro Ano)  
Ana Paula Ramos Fernandes Pinto (Terceiro Ano)  
Anna Clara Nunes Su (Primeiro Ano)  
Arthur De Macena Loiola (Primeiro Ano)  
Artur Eduardo de Oliveira e Bragança (Segundo Ano)  
Bruno Correia de Mello Carneiro (Primeiro Ano)  
Camila Melo Nogueira (Terceiro Ano)  
Carolinne Montenegro Fernandes Alexandres Alves (Segundo Ano)  
Danilo Venancio Farrapo (Primeiro Ano)  
Eduarda Luíza Llort Curval (Segundo Ano)  
Fernanda Alicia Chagas Cunha Maciel (Primeiro Ano)  
Gianluca Lenzi de Carvalho Dantas (Terceiro Ano)  
Giovana Araújo Cordeiro Costa Couto (Segundo Ano)  
Gustavo Rodrigues Peçanha Campos (Primeiro Ano)  
Isabelly Protásio Santos Freire (Primeiro Ano)  
Júlia de Campos Vinagre (Terceiro Ano)  
Juliana Dias Braga (Primeiro Ano)  
Laila da Encarnação Reges (Terceiro Ano)  
Laís dos Santos Fabrício (Terceiro Ano)  
Laura Kürster Mattos Salviano (Terceiro Ano)  
Laura Oliveira Bento de Faria (Terceiro Ano)  
Leonardo Soares Gonçalves (Segundo Ano)  
Leticia Werneck Matias Santos (Primeiro Ano)  
Lucas Irias Silva da Costa (Terceiro Ano)  
Luma Barbosa Batista (Terceiro Ano)

Manuella Rocha de Souza (Terceiro Ano)  
Mariana Ferreira Brandão (Segundo Ano)  
Mariana Godoy de Oliveira (Segundo Ano)  
Mayara Garcia Dias (Terceiro Ano)  
Moisés Montes Barreto (Segundo Ano)  
Pedro Costa da Luz (Segundo Ano)  
Pedro Henrique Bezerra Almeida (Terceiro Ano)  
Pedro Silveira Mello (Terceiro Ano)  
Rafaela Perozo Velasques (Segundo Ano)  
Rebeca Azevedo Mendes (Terceiro Ano)  
Victor Hugo Campos de Azevedo (Segundo Ano)  
Yasmim Vieira Barboza Porciuncula de Moraes (Terceiro Ano)

# **Sumário Professores Orientadores e Coorientadores Autores**

Alessandra Lemos do Nascimento  
Arley Campos da Rocha  
Carlos Vinícius Andrade da Costa  
Celso Luis Soares dos Santos Sobrinho  
Gabriela de Souza Rego  
Jefte da Mata Pinheiro Júnior  
Marcelo Delena Trancoso  
Paulo Silva Vieira Marques  
Rafaela Souza Petra Fontoura Melo  
Rômulo Ferreira da Silva  
Thiago Santangelo Costa  
Warley Pereira Pires

Formato: 16X23cm  
Capa: Duo Design 250g (capa)

ISBN 978-65-5132-007-1 (Livro Digital)  
ISBN 978-65-5132-011-8 (Livro Físico)

Epitaya Propriedade Intelectual Editora Ltda  
Rio de Janeiro / RJ | Tel: +55 21 98141-1708  
[contato@epitaya.com.br](mailto:contato@epitaya.com.br)  
<http://www.epitaya.com>

# **Experiência Pedagógica:**

## **Primeira Feira de Arte, Cultura, Tecnologia e Ciência – I FACTEC**

Alexandre Ricardo do Carmo  
Jussara Cassiano Nascimento  
Marcelo Delena Trancoso  
*(Organizadores)*



**epitaya**  
Editora

