



Rfb
Editora

Prof. Me. José Pinheiro da Costa Júnior
(Org.)

PROJETO

“Compartilhamento de experiências e práticas na produção de layouts em apresentações, edição de áudio, fragmentação de vídeos para aplicativos, vídeo aulas, simulações em softwares livres e comerciais para aplicação em Química, Física e Matemática na modalidade sala de aula invertida (FLIPPED CLASSROOM)”

VOLUME 3

**COMPARTILHAMENTO DE EXPERIÊNCIAS
E PRÁTICAS NA PRODUÇÃO DE LAYOUTS
EM APRESENTAÇÕES, EDIÇÃO DE ÁUDIO,
FRAGMENTAÇÃO DE VÍDEOS PARA APLICATIVOS,
VÍDEO AULAS, SIMULAÇÕES EM SOFTWARES
LIVRES E COMERCIAIS PARA APLICAÇÃO
EM QUÍMICA, FÍSICA E MATEMÁTICA NA
MODALIDADE SALA DE AULA INVERTIDA
(FLIPPED CLASSROOM)**



Todo o conteúdo apresentado neste livro é de responsabilidade do(s) autor(es).

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-SemDerivações 4.0 Internacional.

Nossa missão é a difusão do conhecimento gerado no âmbito acadêmico por meio da organização e da publicação de livros científicos de fácil acesso, de baixo custo financeiro e de alta qualidade!

Nossa inspiração é acreditar que a ampla divulgação do conhecimento científico pode mudar para melhor o mundo em que vivemos!

Equipe RFB Editora

José Pinheiro da Costa Júnior
(Organizador)

Volume 3

**COMPARTILHAMENTO DE EXPERIÊNCIAS
E PRÁTICAS NA PRODUÇÃO DE LAYOUTS
EM APRESENTAÇÕES, EDIÇÃO DE ÁUDIO,
FRAGMENTAÇÃO DE VÍDEOS PARA APLICATIVOS,
VÍDEO AULAS, SIMULAÇÕES EM SOFTWARES
LIVRES E COMERCIAIS PARA APLICAÇÃO
EM QUÍMICA, FÍSICA E MATEMÁTICA NA
MODALIDADE SALA DE AULA INVERTIDA
(FLIPPED CLASSROOM)**

1ª Edição

Belém-PA
RFB Editora
2023

© 2023 Edição brasileira
by RFB Editora
© 2023 Texto
by Autor
Todos os direitos reservados

RFB Editora
CNPJ: 39.242.488/0001-07
www.rfbeditora.com
adm@rfbeditora.com
91 98885-7730

Av. Governador José Malcher, nº 153, Sala 12, Nazaré, Belém-PA,
CEP 66035065

Editor-Chefe
Prof. Dr. Ednilson Souza
Diagramação e capa
Worges Editoração
Imagem da capa
Canva.com

Revisão de texto
Autor
Bibliotecária
Janaina Karina Alves Trigo Ramos
Produtor editorial
Nazareno Da Luz

Catlogação na publicação
RFB Editora



C737

Compartilhamento de experiências e práticas na produção de layouts em apresentações, edição de áudio, fragmentação de vídeos para aplicativos, vídeo aulas, simulações em softwares livres e comerciais para aplicação em Química, Física e Matemática na modalidade Sala de Aula Invertida (Flipped Classroom) / José Pinheiro da Costa Júnior (Organizador). – Belém: RFB, 2023.

Livro em PDF

88 p.

ISBN: 978-65-5889-486-5

DOI: 10.46898/rfb.f1b43eee-8ea6-439d-b6c6-28406b6308b6

1. Educação-mídias educacionais. I. Costa Júnior, José Pinheiro da (Organizador). II. Título.

CDD 370

Índice para catálogo sistemático

I. Educação.

Conselho Editorial

Prof. Dr. Ednilson Sergio Ramalho de Souza - UFOPA
(Editor-Chefe)

Prof. Dr. Laecio Nobre de Macedo-UFMA

Prof^a. Ma. Rayssa Feitoza Felix dos Santos-UFPE

Prof. Me. Otávio Augusto de Moraes-UEMA

Prof. Dr. Aldrin Vianna de Santana-UNIFAP

Prof^a. Ma. Luzia Almeida Couto-IFMT

Prof^a. Dr^a. Raquel Silvano Almeida-Unespar

Prof. Me. Luiz Francisco de Paula Ipolito-IFMT

Prof. Me. Fernando Vieira da Cruz-Unicamp

Prof. Dr. Carlos Erick Brito de Sousa-UFMA

Prof^a. Dr^a. Ilka Kassandra Pereira Belfort-Faculdade Laboro

Prof^a. Dr. Renata Cristina Lopes Andrade-FURG

Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves-IFF

Prof. Dr. Clézio dos Santos-UFRRJ

Prof. Dr. Rodrigo Luiz Fabri-UFJF

Prof. Dr. Manoel dos Santos Costa-IEMA

Prof^a. Ma. Adriana Barni Truccolo-UERGS

Prof. Me. Pedro Augusto Paula do Carmo-UNIP

Prof.^a Dr^a. Isabella Macário Ferro Cavalcanti-UFPE

Prof. Me. Alisson Junior dos Santos-UEMG

Prof. Me. Raphael Almeida Silva Soares-UNIVERSO-SG

Prof. Dr. Rodolfo Maduro Almeida-UFOPA

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné-Faccrei

Prof. Me. Fernando Francisco Pereira-UEM

Prof. Dr. Deivid Alex dos Santos-UEL

Prof. Me. Antonio Santana Sobrinho-IFCE

Prof.^a Dr.^a. Maria de Fatima Vilhena da Silva-UFPA

Profa. Dra. Dayse Marinho Martins-IEMA

Prof. Me. Darlan Tavares dos Santos-UFRJ

Prof. Dr. Daniel Tarciso Martins Pereira-UFAM

Prof.^a Dr.^a. Elane da Silva Barbosa-UERN

Prof. Dr. Piter Anderson Severino de Jesus-Université Aix Marseille

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

A GEOMETRIA NA DETERMINAÇÃO DE LOGARÍTMOS NEPERIANOS APLICADA EM DATAÇÃO ENVOLVENDO FENÔMENOS RADIOATIVOS DESENVOLVIDA EM CONTEXTO DE SALA DE AULA INVERTIDA..... 11

CAPÍTULO 2

APLICAÇÃO DE MODELOS FÍSICOS FACILITADORES DA APRENDIZAGEM AO ENSINO DAS EQUAÇÕES DE LORENTZ EM UMA PERSPECTIVA DE SALA DE AULA INVERTIDA.....37

CAPÍTULO 3

UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR DE ESTUDO EXEMPLIFICADO DA LEI DE HOOKE COM APLICAÇÕES DA FÍSICA NA QUÍMICA AMBIENTAL DO EFEITO ESTUFA E EM LIGAÇÕES METÁLICAS..... 59

ÍNDICE REMISSIVO..... 86

APRESENTAÇÃO

Este livro em sua terceira edição lhes apresenta algumas produções inerentes à prática pedagógica exercida pelo professor José Pínehiro da Costa Júnior, se utilizando de conhecimentos de Química, Física e Matemática e com a contribuição de aprendizes dos cursos de Meio Ambiente (2º ano), Informática (2º ano) e Manutenção e Suporte em Informática (1º ANO e 3º Ano) do Instituto Federal do Pará (IFPA) Campus de Abaetetuba e que foram participantes de projeto de extensão desenvolvido no segundo semestre de 2022, sem se fazer uma análise minuciosa da Sala de Aula Invertida, pois, já foi abordada em textos anteriores deste trabalho e que tem como foco uma proposta pedagógica em que a interdisciplinaridade é apresentada “como uma busca que é sempre pergunta, ou melhor, pesquisa” e de que “é essencialmente um processo que precisa ser vivido e exercido” (FAZENDA, 2020, p. 11 em seu livro “Interdisciplinaridade: História, Teoria e pesquisa”). Portanto, acima de qualquer vaidade neste projeto, corrobora o fato muito importante e às vezes deixado em cantinho da observância das limitações de que cada aprendente têm um tempo de aprendizado e de que as suas brilhantes observações nos revelam que “não apenas admiram a habilidade de ensinar, a clareza, a orientação para a tarefa e o bom controle ... de aula. Além disso aprova os professores que estão interessados nos alunos e são protetores, amistosos e têm respeito pelos seus sentimentos” (HART, 1934; LEEDS, 1954 citado por AUSUBEL, 1980, p.420), o que se evidenciou na Metodologia Flipped Classroom.

CAPÍTULO 1

A GEOMETRIA NA DETERMINAÇÃO DE LOGARÍTMOS NEPERIANOS APLICADA EM DATAÇÃO ENVOLVENDO FENÔMENOS RADIOATIVOS DESENVOLVIDA EM CONTEXTO DE SALA DE AULA INVERTIDA

GEOMETRY IN THE DETERMINATION OF NEPERIAN LOGARITHMS APPLIED TO DATING INVOLVING RADIOACTIVE PHENOMENA DEVELOPED IN A FLIPPED CLASSROOM CONTEXT

José Pinheiro da Costa Júnior¹
Felipe Alberto Santos²
Aelson Filho Cunha de Oliveira³

Linda Inês Oliveira de Vilhena⁴
Adriel Apolaro Costa⁵

1 Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4773234501532969>. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-3184-2775>. Graduação em Licenciatura Plena em Ciências (Habilitação em Química-UFPA). Especialização em Educação Matemática para o Ensino Médio (UFPA). Aperfeiçoamento em Química para Professores do 2º Grau - SECTAM-SEDUC-UFPA e Mestrado em Engenharia do Ambiente - Universidade Trás os Montes e Alto Douro (UTAD-PT). Professor de Química do IFPA - Campus-Abaetetuba. Endereço para correspondência: Travessa Padre Pimentel, 116, Algodual, Abaetetuba, Pará, Brasil, CEP: 68440000.

2 Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5530255233900974>. Aluno do 1º Ano do Curso Técnico de Manutenção e Suporte em Informática, IFPA - Campus Abaetetuba.

3 Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3573466524211247>. Aluno do 1º Ano do Curso Técnico de Manutenção e Suporte em Informática, IFPA - Campus Abaetetuba.

4 Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3070117366710563>. Aluna do 2º Ano do Curso Técnico em Meio Ambiente, IFPA - Campus Abaetetuba.

5 Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5568855062438148>. Aluno do 1º Ano do Curso Técnico de Manutenção e Suporte em Informática, IFPA - Campus Abaetetuba.

RESUMO

Através da interdisciplinaridade entre a Matemática e a Ciência Físico-Química, este artigo abordará a utilização de um método para determinação de logaritmos neperianos por deficiência utilizando-se da geometria plana e sabendo-se do fato de que através do cálculo da área por sob a curva ou gráfico da função $y=1/x$ obtém-se aproximadamente o valor do logaritmo a qual se está procurando, aproveitando-o para cálculos de datação sem a utilização de calculadoras, sendo os materiais facilitadores do ensino e aprendizagem enviados ou disponibilizados antecipadamente aos aprendizes em situação de sala de aula invertida. Com esta metodologia pretende-se também, após a discussão do método, desenvolver competências e habilidades que impulsionem o aprendiz de forma significativa ao entendimento do processo de decaimento radioativo com foco em medições radiológicas como o caso em estudo de um artigo envolvendo a datação de um cataclismo ocorrido na Lua a aproximadamente 3,8 bilhões de anos atrás. A aplicação da metodologia deu-se em uma classe de aprendizes totalizando 29 participantes, cursando o ensino básico e tecnológico do curso de MSI do IFPA-Campus-Abaetetuba. As respostas a questões abertas, fechadas e de múltipla escolha, sendo estas inerentes ao assunto em específico, após as interações, mostram que a metodologia se apresentou eficaz e suscetível de favorecer a correta interpretação dos significados.

Palavras-chave: Determinação de logaritmos neperianos. Geometria. Decaimento radioativo. Aprofundamento.

ABSTRACT

Through the interdisciplinarity between Mathematics and Physical-Chemistry science, this article will address the use of a me-

thod for determining Napierian logarithms by deficiency using plane geometry and knowing the fact that through the calculation of the area under the curve or graph of the function $y=1/x$ it is obtained approximately the value of the logarithm which one is looking for, taking advantage of it for dating calculations without the use of calculators, being the teaching and learning facilitating materials sent or made available in advance to the learners in a flipped classroom situation. With this methodology it is also intended, after discussion of the method, to develop skills and abilities that significantly boost the learner's understanding of the radioactive decay process with a focus on radiological measurements such as the case study of an article involving the dating of a cataclysm that occurred on the Moon approximately 3.8 billion years ago. The application of the methodology took place in a class of apprentices totaling 29 participants, attending the basic and technological education of the MSI course at the IFPA-Campus-Abetetuba. The answers to open, closed and multiple-choice questions, which are inherent to the specific subject, after interactions, show that the methodology was effective and likely to favor the correct interpretation of meanings.

Keywords: Determination of Neperian logarithms. Geometry. Radioactive decay. Deepening.

1 INTRODUÇÃO

Em átomos, partículas fundamentais como os elétrons, prótons, nêutrons e muitas outras e ainda radiações eletromagnéticas são de fundamental importância para o entendimento de reações químicas e fenômenos de ordem nuclear.

Dentre as citadas, existem partículas que se encontram no núcleo dos átomos e constituem os núcleons (prótons e nêutrons). Estes

núcleos atômicos mantêm suas identidades em processos químicos, porém, os núcleos constituem um tema de grande importância para os químicos em virtude do fato de que a geologia dos minérios e suas abundâncias é diretamente afetada por estas reações de caráter nuclear nos dias de hoje e em seus primórdios. O uso de isótopos radioativos ou estáveis tem auxiliado na determinação de mecanismos de reações químicas e também a compreensão de processos biológicos complexos e a aplicação de elementos radioativos tem se intensificado na produção de energia elétrica a partir de reações nucleares. Nesta abordagem, não serão discutidos os pormenores dos fenômenos clássicos radioativos, pois, se subentende que o aprendiz já caminhou em seus estudos iniciais pela historicidade, aplicações e formalismo matemático mais elementar aplicado na resolução de atividades sobre equações envolvendo as Leis de Soddy e Fajans e do decaimento radioativo com equações exponenciais simples. Logo, trabalhar-se-á na construção de uma abordagem que ainda que pareça muito formalística, na verdade serve como sedimentação dos estudos iniciais sobre a radioatividade no que tange à utilização do processo de datação, agora, não aplicando resoluções de problemas simplistas, mas, embasados no marco situacional mais real, ou seja, com dados que não são somente associados a uma potência de base 2 (dois), mas, de logaritmos e neste caso os neperianos que estão mais comumente aplicados a situações como cataclismos ocorridos num passado remoto na Lua e de muitos outros artefatos de origem biológica ou inorgânica, portanto, problematizando para um contexto científico real e com uma técnica de aplicação de geometria plana, constituindo também a quebra com o paradigma do isolamento disciplinar, favorecendo a interdisciplinaridade sendo que a pesquisa foi embasada em uma metodologia mista e na abordagem convergente a partir da aplicação de um questionário com perguntas abertas, fechadas e ainda de múltipla escolha (CRESWELL; CRESWELL, 2021, posição 6735), sendo estas úl-

timas inerentes à resolução de situações-problema próprias da equação de decaimento proposta e com os resultados obtidos a partir do valor de $\ln 2$ operacionalizado a partir da divisão do intervalo $1 \rightarrow 2$ em 32 trapézios.

Figura 01 – Abordagem convergente (Planejamento em uma fase).



Fonte: John W. Creswell e J. David Creswell. Projeto de pesquisa: Métodos qualitativo, quantitativo e misto (Locais do Kindle 6735). Penso. Edição do Kindle.

A proposta pedagógica abordada neste artigo, direciona-se segundo os moldes da interdisciplinaridade em que é apresentada “como uma busca que é sempre pergunta, ou melhor, pesquisa” e de que “é essencialmente um processo que precisa ser vivido e exercido” (FAZENDA, 2020, p. 11), favorecendo a formação docente mais eclética, ou seja, a abrangente no que tange ao intercâmbio docente entre várias disciplinas e, portanto, uma formação voltada para várias competências e habilidades, fato corroborado em estudos da supracitada autora, sendo, que neste contexto, “o processo de ensino, ao contrário, deve estabelecer exigências e expectativas que os alunos possam cumprir e, com isso, mobilizem suas energias. Tem, pois, o papel de impulsionar a aprendizagem e, muitas vezes, a precede (LIBÂNEO, 1994, p. 91). Esse constitui um dos objetivos centrais, o de promover um ensino robusto no ato posterior do momento em que o aprendiz se dedicará a ler este artigo (momento anterior ou sala de aula invertida) e outras fontes citadas ou não neste trabalho para, então, se encontrar com o(a) professor(a) em momento síncrono ou aula em ambiente formal como o da sala de aula convencional, completando o processo de sala de

aula invertida que, segundo Cortelazzo et al. (2018, p. 115) constitui o ato de enviar os materiais bem elaborados em tempo anterior assíncrono ao tempo de aula síncrona ou o formal, e que pode suscitar o desenvolvimento de diálogos entre os aprendentes, o que nos remete ao fato de que o(a) aluno(a) chegue até a aula presencial ou síncrona já sabendo uma parcela do material proposto pelo docente, fazendo com que a “lição de casa” seja efetuada em qualquer uma destas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A técnica de determinação de logaritmos neperianos utilizando-se do método da área por falta

Apesar do ensino de logaritmo como um poderoso instrumento de cálculo, na maioria das escolas, não seja mais trabalhado de forma mais analítica, a função logarítmica e a função exponencial estão muito presentes em situações envolvendo fenômenos naturais (EVES, 2008, p. 347), estes podem ser representados por modelos matemáticos envolvendo logaritmo, tais como: o decaimento radioativo, escalas de mensuração de um terremoto, o resfriamento de um corpo, o cálculo de aplicações financeiras, do pH de certas substâncias, entre outras, que evidenciam a grande importância desse tema para a compreensão do mundo ao nosso redor.

Nesse resgate dos logaritmos, o questionamento de como encontrá-los através da área por sob a curva $Y = \frac{1}{X}$ (LAGES, 2019) é de fundamental importância, pois, propõe ao aluno o desenvolvimento da “pesquisa e reflexão” sobre a utilização da ferramenta “Matemática”. Não se dispensa a calculadora, instrumento de grande valia para o aprendizado, mas torna o aprendiz mais independente e capaz de chegar a conceitos mais abstratos sobre o assunto logaritmos, utilizando-se de conceitos simples da geometria plana numa visão de apren-

dizagem significativa que, segundo Costa Júnior (2017, p. 52) apud Ausubel et al., 1980, nos reporta que:

“... a Aprendizagem Significativa é o processo pelo qual uma nova informação, um novo conhecimento, recebido pelo sujeito interage com uma estrutura de conhecimento específica orientada por conceitos relevantes e significativos, os conceitos subsunçores (que também estão relacionados a interagir) ou conceitos incorporadores, integradores, inseridores, âncoras determinantes do conhecimento prévio que ancora novas aprendizagens”.

Utilizando-se da aplicação da geometria plana e de uma função denominada $Y = \frac{1}{X}$, que se adequa muito bem ao gráfico da função $\ln X$ (LAGES, 2019) e de conhecimentos prévios sobre a temática radioatividade, relevantes e fundamentais para que estes se relacionem de forma substantiva através de símbolos, e neste caso, as figuras geométricas desenvolvidas e na maioria dos casos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz advindas do contato com estes e em outros anos do ensino fundamental maior e também não arbitrária, pois o tema de se fazer cálculos de datação não pode partir de qualquer tipo de subsunçor, mas, agora, de facilitadores próprios de fatos inerentes ao desenvolvimento de conhecimentos sobre a exploração da Lua (tema existente noticiários, filmes de ficção científica, ciências, exploração espacial, charges sobre a ida à Lua e outros), da geometria de trapézios e também com a utilização de planilhas de cálculos simples.

3 METODOLOGIA

Supondo-se que os aprendizes já desenvolveram competências e habilidades e que de fato neste trabalho já foram ministradas aulas síncronas destes temas e lembrando que na BNCC:

“competência é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho” (BRASIL, 2018, p. 8).

Nas habilidades:

- 1^a) **EM13CNT101:** Analisar e representar as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões em situações cotidianas e processos produtivos que priorizem o uso racional dos recursos naturais.
- 2^a) **EM13CNT303:** Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

E que estas são inerentes aos assuntos iniciais sobre radioatividade e, neste caso, a simbologia química já foi dialogada e feitas as aplicações da técnica do decaimento radioativo à determinação de datações envolvendo equações simples com potências de base 2 (dois), como o já desenvolvido em aulas formais e virtuais como as que estão presentes no canal Química na Mão – Prof. José Pinheiro da Costa Júnior disponível em: < <https://www.youtube.com/channel/UCHgzOAED004NPbx5jgKWeVA>>, com o vídeo contendo uma simulação do processo de decaimento feito integralmente no PowerPoint® em < <https://www.youtube.com/watch?v=DgGk9pC467o>> e que faz parte do curso de extensão desenvolvido pelo próprio docente e disponível para apreciação e inscrição em < <https://abaetetuba.ifpa.edu.br/component/content/article/17-ultimas-noticias/896-curso-de-extensao-compartilhamento-de-experiencias-e-praticas-na-producao-de-layouts-em-apresentacoes-edicao-de-audio-fragmentacao-de-videos-para-aplicativos-video-aulas-simulacoes-em-sofwares-livres-e-comerciais>> ou < <https://abaetetuba.ifpa.edu.br/>>.

Figura 01 – Aulas virtuais sobre a temática “Radioatividade” presentes no canal Química na Mão – Prof. José Pinheiro da Costa Júnior.



Fonte: Arquivo Particular e disponível em < <https://www.youtube.com/channel/UChgzOAED004NPbx5jgKWVVA>> e a simulação ao lado no endereço < <https://www.youtube.com/watch?v=DgGk9pC467o>>.

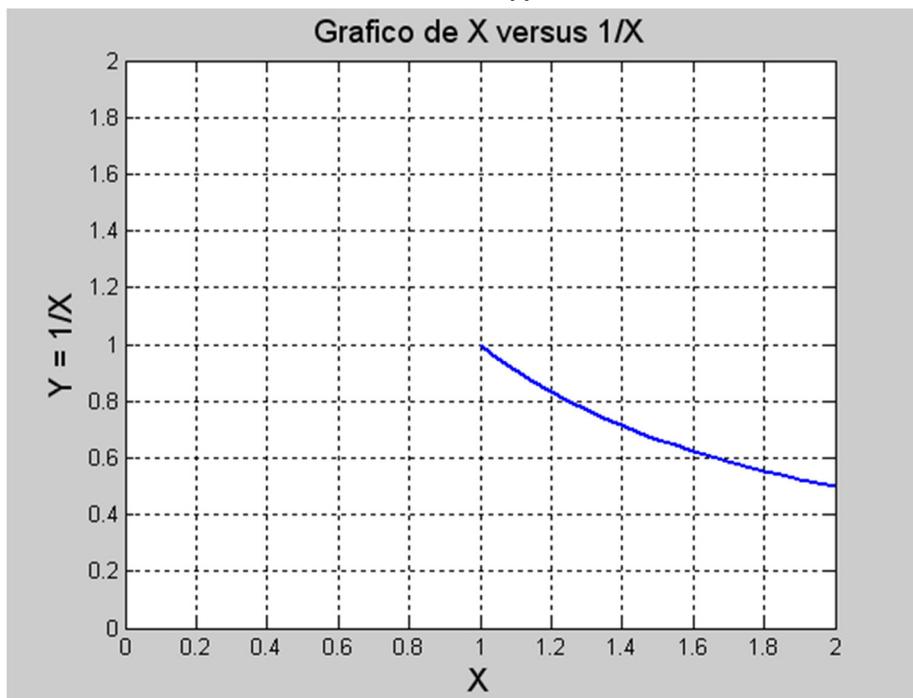
E também já tiveram contato com logaritmos, tentaremos apresentar como encontrar logaritmos neperianos para a utilização em fenômenos reais, partindo-se primeiramente do “MÉTODO DA ÁREA POR FALTA” que apresentaremos em por menores no decorrer do desenvolvimento deste trabalho.

3.1 A técnica para determinação do logaritmo neperiano por deficiência:

A determinação do logaritmo neperiano consiste em um método prático para calcular a área sob a curva através das **n** áreas dos **trapézios** gerados após a divisão do intervalo correspondente que vai de 1 (logaritmo de 1 é zero pela definição) até o número desejado, 1, 2, 3, 4, ..., na abscissa utilizando-se da função $Y = \frac{1}{X}$, onde X oscila de 1 até o número que se deseja obter o logaritmo.

Observe o gráfico para $Y = \frac{1}{X}$, onde X varia de 1 até 2 e o respectivo gráfico possui abscissa com eixo de 0 até 2.

Figura 02 - Gráfico da função $Y = \frac{1}{X}$, onde X oscila de 1 até 2.



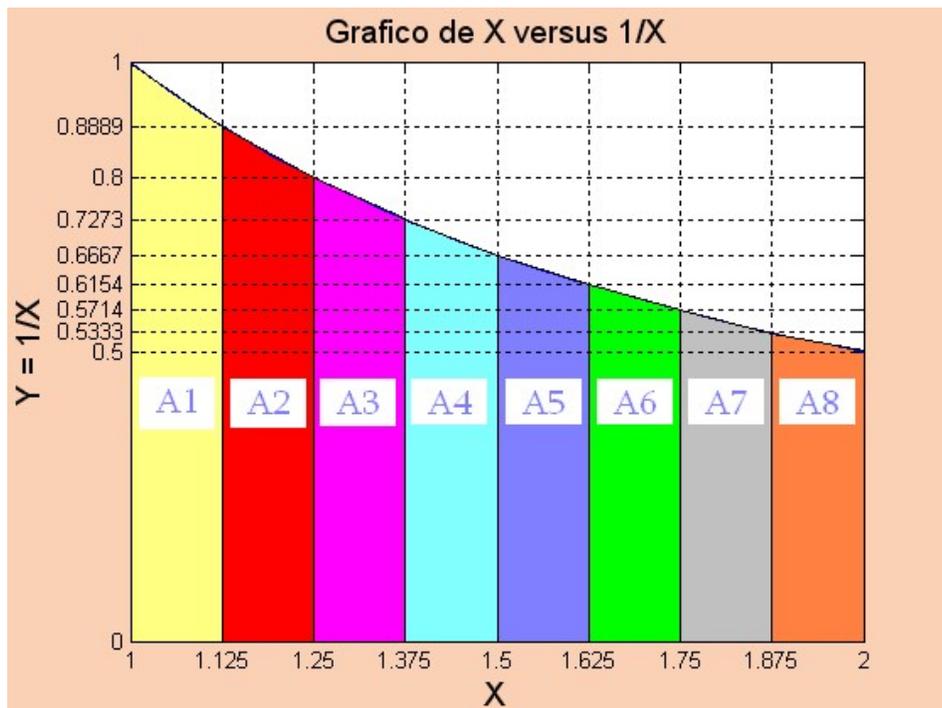
Fonte: Arquivo particular, construído no programa MATLAB R2016a (MathWorks, Inc.).

Tomemos agora o gráfico anterior, porém, com o eixo da abscissa apenas mostrado no intervalo de 1 até 2 e dividamos o intervalo de 1 até 2, $\Delta X = 2 - 1 = 1$ em 8 partes.

O número oito para divisão do intervalo em oito partes foi escolhido de forma aleatória, poderia ser um outro número qualquer.

Também poderíamos fazer o mesmo gráfico em papel milimetrado obtendo valores muito bons, sempre seguindo a abordagem da tabela 01 na página seguinte, sempre lembrando que o intuito é do entendimento da Matemática e sua aplicação na disciplina Química quando em situações de problemáticas reais.

Figura 03 – Gráfico da função $Y = \frac{1}{X}$, onde X oscila de 1 até 2 e apresentando 8 (oito) divisões, sendo que as bases podem ser encontradas com a devida precisão estimando os valores com régua tendo-se os desenhos em folhas de papel milimetrado.



Fonte: Arquivo particular, construído no programa MATLAB R2016a (MathWorks, Inc.).

Analisemos o que foi feito a título da divisão do intervalo $X = 1$ e $\Delta Y = 1$.

Tabela 1 – Resultados obtidos para Y a partir do valor de X, após a divisão do intervalo de 1 até 2 = 1 em 8 (oito) partes.

$X_0 = 1$ e $\Delta X = 1$, onde: $\frac{\Delta X}{8} = \frac{1}{8} = 0,125$	Como $Y = \frac{1}{X}$, teremos quando $X_0 = 1$, $Y_0 = 1$; quando $X_0 = 1,125 = 9/8$, Y_0 será $8/9$ ou $Y_0 = 8/9 \approx 0,8889$ e assim por diante.
$X_1 = 1 + 0,125 = 1,125$	$Y_1 = 8/9 = 0,8889$
$X_2 = 1,125 + 0,125 = 1,25$	$Y_2 = 8/10 = 0,8000$
$X_3 = 1,25 + 0,125 = 1,375$	$Y_3 = 8/11 = 0,7273$

$X_4 = 1,375 + 0,125 = 1,5$	$Y_4 = 8/12 = 0,6667$
$X_5 = 1,5 + 0,125 = 1,625$	$Y_5 = 8/13 = 0,6154$
$X_6 = 1,625 + 0,125 = 1,75$	$Y_6 = 8/14 = 0,5714$
$X_7 = 1,75 + 0,125 = 1,875$	$Y_7 = 8/15 = 0,5333$
$X_8 = 2$	$Y_8 = 8/16 = 0,5000$

Fonte: Arquivo particular.

Sendo que os cálculos das áreas dos trapézios 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 são apresentados abaixo lembrando-se que $A = \frac{(B+b) \cdot h}{2}$ ou $(B+b) \cdot h \cdot \frac{1}{2}$, onde $h = 1/8$ e B e b são obtidos do gráfico.

Obtidos os dados teremos que:

$$A_1^2 = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6 + A_7 + A_8$$

$$A_1^2 = \left[1 + \frac{8}{9}\right] \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{2} + \left[\frac{8}{9} + \frac{8}{10}\right] \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{2} + \left[\frac{8}{10} + \frac{8}{11}\right] \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{2} +$$

$$\left[\frac{8}{11} + \frac{8}{12}\right] \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{2} + \left[\frac{8}{12} + \frac{8}{13}\right] \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{2} + \left[\frac{8}{13} + \frac{8}{14}\right] \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{2} +$$

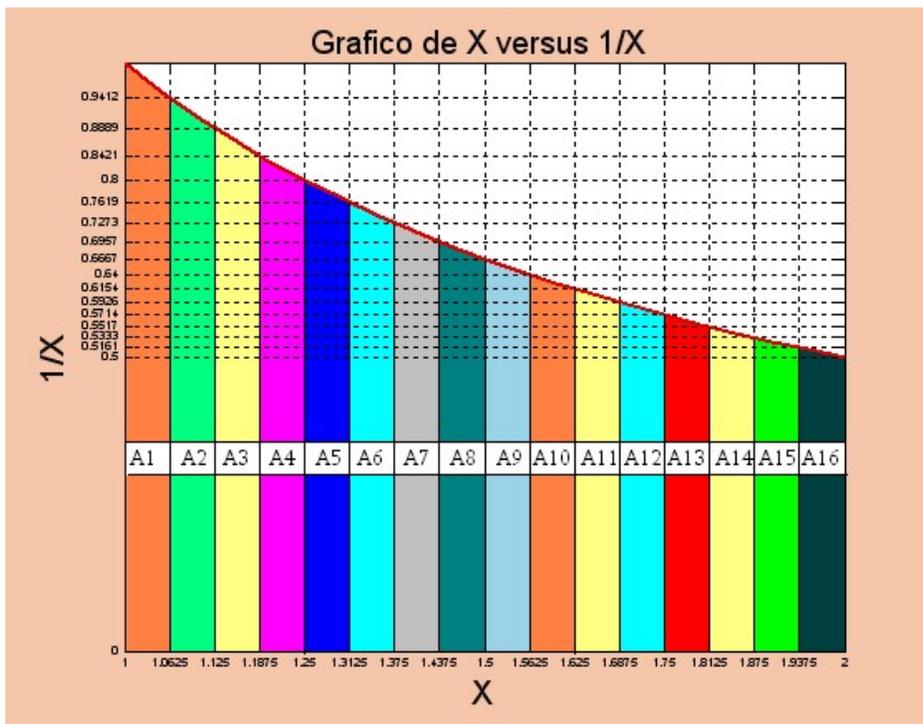
$$\left[\frac{8}{14} + \frac{8}{15}\right] \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{2} + \left[\frac{8}{15} + \frac{8}{16}\right] \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{2}$$

$$A_1^2 = 0,69412185 \approx \ln 2$$

O valor mais preciso até a oitava casa decimal é 0,69314718 o que não invalida o processo, pois, se o número de intervalos for maior o resultado será melhor.

Observemos o cálculo, para o logaritmo neperiano de 2 com 16 divisões no intervalo $\Delta X = 1$.

Figura 04 – Gráfico da função $y = \frac{1}{x}$, onde X oscila de 1 até 2 e apresentando 16 (dezesesseis) divisões, sendo que as bases podem ser encontradas com a devida precisão estimando os valores com régua tendo-se os desenhos em folhas de papel milimetrado.



Fonte: Arquivo particular, construído no programa MATLAB R2016a (MathWorks, Inc.).

Observemos, novamente, o cálculo para dezesseis divisões tal como desenvolvido na tabela 1.

$$A_1^2 = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6 + A_7 + A_8 + A_9 + A_{10} + A_{11} +$$

$$A_{12} + A_{13} + A_{14} + A_{15} + A_{16}$$

$$\begin{aligned} A_1^2 = & \left[1 + \frac{16}{17}\right] \cdot \frac{1}{16} \cdot \frac{1}{2} + \left[\frac{16}{18} + \frac{16}{17}\right] \cdot \frac{1}{16} \cdot \frac{1}{2} + \left[\frac{16}{19} + \frac{16}{18}\right] \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{2} + \\ & \left[\frac{16}{20} + \frac{16}{19}\right] \cdot \frac{1}{16} \cdot \frac{1}{2} + \left[\frac{16}{21} + \frac{18}{20}\right] \cdot \frac{1}{16} \cdot \frac{1}{2} + \left[\frac{16}{22} + \frac{16}{21}\right] \cdot \frac{1}{16} \cdot \frac{1}{2} + \\ & \left[\frac{16}{23} + \frac{16}{22}\right] \cdot \frac{1}{16} \cdot \frac{1}{2} + \left[\frac{16}{24} + \frac{16}{23}\right] \cdot \frac{1}{16} \cdot \frac{1}{2} + \left[\frac{16}{25} + \frac{16}{24}\right] \cdot \frac{1}{16} \cdot \frac{1}{2} + \\ & \left[\frac{16}{26} + \frac{16}{25}\right] \cdot \frac{1}{16} \cdot \frac{1}{2} + \left[\frac{16}{27} + \frac{16}{26}\right] \cdot \frac{1}{16} \cdot \frac{1}{2} + \left[\frac{16}{28} + \frac{16}{27}\right] \cdot \frac{1}{16} \cdot \frac{1}{2} + \\ & \left[\frac{16}{29} + \frac{16}{28}\right] \cdot \frac{1}{16} \cdot \frac{1}{2} + \left[\frac{16}{30} + \frac{16}{29}\right] \cdot \frac{1}{16} \cdot \frac{1}{2} + \left[\frac{16}{31} + \frac{16}{30}\right] \cdot \frac{1}{16} \cdot \frac{1}{2} + \\ & \left[\frac{16}{32} + \frac{16}{31}\right] \cdot \frac{1}{16} \cdot \frac{1}{2} \approx 0,69339120 \approx \ln 2 \end{aligned}$$

O valor encontrado está mais próximo do valor mais preciso em uma calculadora até a oitava casa que é de 0,69314718, logo, bastante próximo.

O método pode ser utilizado para calcular outros logaritmos bastando-se para isto dividir o intervalo em um número significativo de partes conforme as necessidades operacionais.

3.2 A situação problema - A aplicação em uma situação real a partir de um artigo intitulado “*On the history of the early meteoritic bombardment of the Moon: Was there a terminal lunar cataclysm?*” (MICHAEL, Greg et al., 2017) em que:

Neste trabalho se reporta a hipótese do chamado ‘cataclismo terminal lunar’ sugerida por Tera et al. (1973, 1974) como um forte pico no bombardeio de meteoritos e meteoros à Lua cerca de aproximadamente 3,8 a 3,9 bilhões de anos atrás. De acordo com esta hipótese, a maioria das crateras de impacto observadas nas terras altas lunares se formaram durante este período de tempo e, assim, formaram a maioria das brechas e derretimentos de impacto nas terras altas lunares. A hipótese surgiu da observação de que as idades das amostras das terras altas de todas as missões lunares estão agrupadas principalmente em torno de 3,9 a 4,0 bilhões de anos. Desde essas missões à Lua gerenciadas pelo projeto Apollo, no entanto, as técnicas de datação radiométrica progrediram e muitas amostras, antigas e novas, foram refeitas e analisadas. No entanto, o debate sobre se houve um cataclismo terminal persiste. Para esta abordagem os autores analisaram 269 datações K/Ar de rochas montanhosas representadas pelas missões Apollo.

É importante o debate sobre como se chegou a medidas precisas da idade deste cataclismo à Lua e inclusive a provável idade deste corpo celeste, que serve como um potencial contexto científico para o estudo da radioatividade, e o fato de que a compreensão da ciência não se dará de uma forma simplista, mas, direcionada a partir de seu desenvolvimento histórico, científico e tecnológico.

Figura 05 - Locais de pouso da Apollo 11-17 e Luna 16-24 em um mosaico de fundo de imagens telescópicas da Lua tiradas no Observatório Lick. Os anéis das bacias Imbrium, Serenitatis, Nectaris e Crisium.



Fonte: Wilhelms and McCauley (1971).

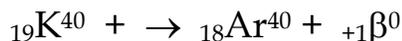
Sendo que em um dos voos das naves Apollo, usou-se a razão ${}_{40}\text{K}/{}_{40}\text{Ar}$, baseada no decaimento com emissão de pósitron, do potássio 40 e sabendo-se que a meia vida do ${}_{40}\text{K}$ é $t_{1/2} = 1,248 \times 10^9$ anos e em uma das amostras examinadas obteve-se uma razão estimada de ${}_{40}\text{K}/{}_{40}\text{Ar} = 1/7$. Pergunta-se:

Qual a idade da amostra lunar? Para isso use o método dos trapézios para encontrar o logaritmo.

A nossa equação para início dos cálculos é:

$$\ln\left(\frac{n}{n_0}\right) = -kt$$

Que denominaremos de equação 01, e a equação do decaimento balanceado, que é decaimento com emissão de pósitron, é escrita como:



Em que observamos que para cada átomo de potássio que se desintegra, ocorre a formação de um átomo de argônio, logo:

Se K é o número de átomos de potássio final e Ar o número de átomos de argônio final. O número inicial de átomos de ${}_{19}\text{K}^{40}$ (N_0) é igual a:

$$N_0 = K + Ar$$

Visto que, para cada átomo de potássio que se desintegra(-transmuta) um átomo de argônio se forma, se mantém o mesmo quantitativo inicial de átomos inicial. Logo tomando a equação 01 e substituindo em n e n_0 respectivamente os valores K e $K + Ar$ (MAHAN et al., 2009, p. 512), teremos:

$$\ln\left(\frac{n}{n_0}\right) = -kt$$

$$\ln\left(\frac{K}{K + Ar}\right) = -kt$$

Em que passando o sinal negativo (-) para o lado esquerdo teremos:

$$-\ln\left(\frac{K}{K + Ar}\right) = kt$$

$$\ln\left(\frac{K}{K + Ar}\right)^{-1} = kt$$

$$\ln\left(\frac{K + Ar}{K}\right) = kt$$

$$\ln\left(1 + \frac{Ar}{K}\right) = kt$$

E como ${}_{40}\text{K}/{}_{40}\text{Ar} = 1/7$, então, ${}_{40}\text{Ar}/{}_{40}\text{K} = 7$, obteremos:

$$\ln(1 + 7) = kt$$

$$\ln 8 = kt$$

Que é:

$$\ln 2^3 = kt$$

$$3 \ln 2 = kt$$

E lembrando que já fizemos o cálculo do $\ln 2$ anteriormente aplicando a técnica para determinação do logaritmo neperiano por deficiência encontrando $\ln 2 \cong 0,69339120$, poderemos então substituir $\ln 2$ e obter:

$$3 \times 0,69339120 = kt$$

$$2,0801736 = kt$$

Que será denominada de Eq. 02.

Porém, sabe-se que quando $n=n_0/2$, tem-se o tempo de uma meia vida $t_{1/2}$. Através desse fato calcularemos a constante de decaimento radioativo ou cinética k do potássio-40 utilizando-se novamente da equação 01.

$$\ln\left(\frac{n}{n_0}\right) = -kt$$

$$\ln\left(\frac{\frac{n_0}{2}}{n_0}\right) = -kt_{1/2}$$

$$\ln\left(\frac{1}{2}\right) = -kt_{1/2}$$

$$\ln(2^{-1}) = -kt_{1/2}$$

$$\ln(2) = kt_{1/2}$$

$$-\ln(2) = -kt_{1/2}$$

$$0,69339120 = k \times 1,248 \times 10^9$$

$$\frac{0,69339120}{1,248 \times 10^9} = k$$

$$\frac{0,69339120}{1,248 \times 10^9} = k$$

$$k = 5,5560192301 \cdot 10^{-10}$$

Que substituindo na equação 02, encontraremos o tempo estimado do cataclismo lunar:

$$2,0801736 = kt$$

$$2,0801736 = 5,5560192301 \cdot 10^{-10} \times t$$

Tem-se:

$$t = \frac{2,0801736}{5,5560192301^{-1}}$$

$$t \cong 3.744.000.000,451 \text{ bilhões de anos}$$

Que, se utilizando do valor do logaritmo neperiano através de uma calculadora até a oitava casa decimal para $\ln 2$, se obtém 3.744.000.000,005 que nos leva a um erro em porcentagem de:

$$\begin{aligned} \text{erro\%} &= \frac{(3.744.000.000,451 - 3.744.000.000,005) \times 100}{3.744.000.000,451} = \frac{446}{3.744.000.000,451} \\ &= 1,19123932 \cdot 10^{-7}\% \text{ ou } 0,000000119123932\% \end{aligned}$$

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste trabalho, que se constitui em uma proposta de aprofundamento do ensino, e, portanto, almejando uma aprendizagem mais robusta sobre o tema radioatividade, tencionou-se reflexões sobre a historicidade da construção da ciência natural, onde, apesar da não necessidade da utilização de assuntos matemáticos aparentemente obsoletos devido a facilidade do emprego das calculadoras digitais, a geometria plana foi de extrema importância para a associação ou ponte aos conhecimentos prévios e a aplicação na determinação de logaritmos e utilização imediata em datações evidenciando técnicas simples que podem ser associadas a qualquer logaritmo utilizado em datações e quebrando o paradigma da mecanização do ensino sem reflexão de atos desenvolvendo desta feita competências e habilidades de forma significativa. Os resultados de forma pormenorizada em relação as perguntas fechadas, abertas e de múltipla escolha apresentam

convergências relevantes e poucos casos de aversão à metodologia aplicada nesta pesquisa.

Tabela 1 – Análise das perguntas fechadas.

Perguntas Fechadas	Percentual de SIM:	Percentual de NÃO:
Os materiais facilitadores e explicações colocados à disposição pelo docente foram eficientes à sua aprendizagem? (Sim ou Não)	100%	0,0%
A aula formal (realizada em sala de aula e/ou laboratórios e/ou práticas com planilhas) fizeram com que você pudesse entender melhor a técnica de datação? “Sim” e “Não”	96,55%	3,45%
A contextualização com a matemática utilizando-se de trapézios para determinação do logaritmo neperiano fez você entender o processo de determinação geométrica desse valor sem a utilização de uma calculadora e sua posterior aplicação? “Sim” e “Não”	100%	0,0%

Fonte: Sigaa. Disponível em: < <https://sigaa.ifpa.edu.br/sigaa/ava/Questionario-Turma/visualizarRespostas.jsf>>.

Tabela 2 – Análise das perguntas abertas.

Perguntas Abertas	Análise
Quais são os maiores desafios que você enfrentou para compreender o tema abordado envolvendo a datação do cataclismo lunar?	93,10% afirmaram que a maior dificuldade era advinda do gap inerente as lacunas sobre conhecimentos matemáticos, fato que foi suprido pela metodologia empregada e que acabou por desenvolver estas habilidades durante a temática desenvolvida. Uma aluna relatou que as discussões desenvolvidas pelo docente se estendiam demais o que a desconcentrava.
As orientações e diálogos oferecidos pelo professor estão ajudando você a compreender melhor o assunto abordado sobre a datação envolvendo a radioatividade?	93,10% afirmaram que sim. Uma aluna mencionou que as discussões desenvolvidas pelo docente se estendiam demais o que a desconcentrava.

Fonte: Sigaa. Disponível em: < <https://sigaa.ifpa.edu.br/sigaa/ava/Questionario-Turma/visualizarRespostas.jsf>>.

Tabela 3 – Análise dos percentuais de acerto e/ou erro em perguntas dissertativas.

Perguntas dissertativas	Percentual de alunos(as) que acertaram a resposta exata ou aproximada	Percentual alunos(as) que erraram a resposta exata ou aproximada
A partir do gráfico da função $1/X$ impresso pelo professor e orientado de que você deve dividir o intervalo de $\ln 2$ em 32 intervalos, tal como, baseado na explicação desenvolvida em quadro branco quando se dividiu o mesmo intervalo em 8 intervalos, calcule o logaritmo neperiano de 2, sendo que este será o valor utilizado em outras perguntas. Resposta até 8 casas decimais!	96,55%	3,45%
Sendo que em um dos voos das naves Apollo, usou-se a razão $40K/40Ar$, baseada no decaimento com emissão de pósitron, do potássio 40 e sabendo-se que a meia vida do $40K$ é $t_{1/2} = 1,277 \times 10^9$ anos (Fonte: Disponível em: < https://pt.wikipedia.org/wiki/Pot%C3%A1ssio >) e em uma das amostras examinadas obteve-se uma razão estimada de $40K/40Ar = 1/7$. Pergunta-se, qual o valor de k e o tempo do cataclismo?	96,55%	3,45%

Fonte: Sigaa. Disponível em: < <https://sigaa.ifpa.edu.br/sigaa/ava/Questionario-Turma/visualizarRespostas.jsf>>.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sabendo que o momento de ensino e aprendizagem é lugar de descobertas, conflitos de ideias, ocasião de se pensar cientificamente, de errar e de acertar e principalmente de fazer reflexões e autorreflexões tanto da práxis docente como o da disposição em aprender, corrobora-se o fato de que apesar de mais custoso do que se utilizar uma calculadora, supondo-se que o aprendiz já desenvolveu o entendimento sobre o assunto em momentos anteriores de aula ministrada pelo docente no escolar em curso, a metodologia se mostra capaz de aproximar Matemática e Química numa perspectiva interdisciplinar e de descoberta e de redescoberta do conhecimento adequando a possibilidade de trabalho em grupo ou autodidata, observando-se o tempo de aprendizagem de cada indivíduo envolvido, a formulação e verificação de hipóteses tais como, se ocorreu este cataclismo as rochas lunares já haviam se sedimentado a pelo menos 600 a 700

milhões de anos antes o que pode promover também uma generalização para uma idade lunar em torno de 4,4 a 4,5 bilhões de anos. Logo, nesse contexto de ensino e aprendizagem evidenciando características das metodologias ativas de construção do conhecimento embasadas também no fato de realização de novas pesquisas do aprendente em seu tempo de estudo, o que fica evidente quando um grupo de aprendizes faz comparações com o valor exato encontrado na literatura sobre a idade do cataclismo, verificando um distanciamento mínimo e apresentando a manifestação da descoberta e redescoberta, o que, de certa pode-se ratificar a promissora possibilidade da modalidade Flipped Classroom ou Sala de aula Invertida e a expertise e a aplicação de fato, de uma avaliação verdadeiramente diagnóstica, processual e continuada, visto que no ato da realização das avaliações os aprendizes já detinham em tese as respostas antecipadas, dependendo agora unicamente de seus tão evidentes avanços. Ressalta-se também que até o labor empregado pelo docente na quantificação e qualificação dos resultados avaliativos foram mínimos e não desgastantes, tanto fisicamente quanto psicologicamente principalmente com o uso das metodologias e do site SIGAA, o que encampa prosseguimento em trabalhos futuros.

REFERENCIAIS BIBLIOGRÁFICOS

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. Psicologia educacional. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

CORTELAZZO, A. L. et al. Metodologias ativas e personalizadas de aprendizagem. 1. ed. Rio de Janeiro: Alta Books, 2018.

COSTA JÚNIOR, José Pinheiro da. Educação ambiental segundo a abordagem ciência tecnologia-sociedade e ambiente (CTSA): Utilização de problemáticas ambientais como suporte metodológico para construção de cenários educacionais em Química. 2017. 276 f. Dissertação - Universidade de Trás-Os-Montes e Alto Douro. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente), Vila Real, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.utad.pt/handle/10348/8254>>. Acesso em 27 de jun. 2022.

CURSO DE EXTENSÃO “COMPARTILHAMENTO DE EXPERIÊNCIAS E PRÁTICAS NA PRODUÇÃO DE LAYOUTS EM APRESENTAÇÕES, EDIÇÃO DE ÁUDIO, FRAGMENTAÇÃO DE VÍDEOS PARA APLICATIVOS, VÍDEO AULAS, SIMULAÇÕES EM SOFTWARES LIVRES E COMERCIAIS”. <https://abaetetuba.ifpa.edu.br/>, 2022. Disponível em: < <https://abaetetuba.ifpa.edu.br/component/content/article/17-ultimas-noticias/896-curso-de-extensao-compartilhamento-de-experiencias-e-praticas-na-producao-de-layouts-em-apresentacoes-edicao-de-audio-fragmentacao-de-videos-para-aplicativos-video-aulas-simulacoes-em-sofware-livres-e-comerciais> >. Acesso em: 27 de jun. de 2022.

EVES, Howard. Introdução a história da matemática. Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 2011. Tradução: Hygino H. Domingues.

FAZENDA, I. C. A. Interdisciplinaridade: História, Teoria e pesquisa. 18. ed. Campinas: Papirus Editora, 2020.

MICHAEL, Greg; BASILEVSKYA, Alexander; NEUKUMA, Gerhard. On the history of the early meteoritic bombardment of the Moon: Was there a terminal lunar cataclysm? *Icarus*, pp. 80-83, 2018.

JÚNIOR, José Pinheiro da Costa. Química na Mão. 1ª APRESENTAÇÃO DE RADIOATIVIDADE PARTE 01 1of3. Youtube, 7 de jan. de 2021. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=0F7Nk7WQq-I&t=9s>>.

_____. Química na Mão. 1ª APRESENTAÇÃO DE RADIOATIVIDADE PARTE 01 2of3. Youtube, 7 de jan. de 2021. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=My7KN-WWqEg>>.

_____. Química na Mão. 1ª APRESENTAÇÃO DE RADIOATIVIDADE PARTE 01 3of3. Youtube, 7 de jan. de 2021. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=yUIG-vWblxjY&t=448s>>.

_____. Química na Mão. 2ª APRESENTAÇÃO DE RADIOATIVIDADE PARTE 02 1of2. Youtube, 7 de jan. de 2021. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=RO-FeYMnzNo>>.

_____. Química na Mão. 2ª APRESENTAÇÃO DE RADIOATIVIDADE PARTE 02 2of2. Youtube, 7 de jan. de 2021. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=O-5V-dVWqImc&t=50s>>.

_____. Química na Mão. 3ª APRESENTAÇÃO DE RADIOATIVIDADE PARTE 03 1of2. Youtube, 27 de jun. de 2022. Disponível em: <<https://youtu.be/DgGk9pC467o>>.

_____. Química na Mão. 3ª APRESENTAÇÃO DE RADIOATIVIDADE PARTE 03 2of2. Youtube, 27 de jun. de 2022. Disponível em: <<https://youtu.be/-Ws-MbNKPPQ>>.

_____. Química na Mão. 4ª APRESENTAÇÃO DE RADIOATIVIDADE PARTE 04 2of2. Youtube, 27 de jun. de 2022. Disponível em: <<https://youtu.be/nNzgQ-3UYBU>>.

_____. Química na Mão. 4ª APRESENTAÇÃO DE RADIOATIVIDADE PARTE 04 1of2. Youtube, 27 de jun. de 2022. Disponível em: <<https://youtu.be/nNzgQ-3UYBU>>.

LAGES, Elon. Logaritmos. 1. ed. São Paulo: SBM, 2019.

LIBÂNEO, J. C. O processo de ensino na escola. São Paulo: Cortez, 1994.

MAHAN, Bruce H; MYERS, Rollie J. Química: Um curso universitário. 9. Reimpressão. São Paulo: Blucher. Tradução da 4. ed. Americana. 2009.

TERA, F.; PAPANASTASSIOU, D.A; WASSERBURG, G.J. A lunar cataclysm at 3.95 AE and the structure of lunar crust. Lunar and Planetary Science Conference abstracts. Lunar and Planetary Institute, pp. 723-725, 1973.

TERA, F; PAPANASTASSIOU, DA; WASSERBURG, GJ. Isotopic evidence for a terminal lunar cataclysm. Earth Planet Sci. Lett. 22, 1-21, 1974.

VIEIRA, Cláudio; MORAIS, Vagner. MATLAB. Curso Completo. 1ª edição. FCA, 2013.

WILHELMS, D.E., MCCAULEY, J.F., TRASK, N.J. The geologic history of the Moon. U.S. Geol. Surv. Prof. Paper, Report P 1348, 302.

CAPÍTULO 2

APLICAÇÃO DE MODELOS FÍSICOS FACILITADORES DA APRENDIZAGEM AO ENSINO DAS EQUAÇÕES DE LORENTZ EM UMA PERSPECTIVA DE SALA DE AULA INVERTIDA

APPLICATION OF PHYSICAL MODELS THAT FACILITATE LEARNING TO THE TEACHING OF LORENTZ EQUATIONS IN AN FLIPPED CLASSROOM PERSPECTIVE

José Pinheiro da Costa Júnior¹
Salomão Cardoso Paumgarthen²
Eldiene de Jesus Cardoso³
Kelly Beatriz Cunha Santos⁴

Laianne Borges Botelho⁵
Vitor Portugal Corrêa⁶
Vitória Richer da Silva⁷

1 Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4773234501532969>. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-3184-2775>. Graduação em Licenciatura Plena em Ciências (Habilitação em Química-UFPA). Especialização em Educação Matemática para o Ensino Médio (UFPA). Aperfeiçoamento em Química para Professores do 2º Grau - SECTAM-SEDUC-UFPA e Mestrado em Engenharia do Ambiente - Universidade Trás os Montes e Alto Douro (UTAD-PT). Professor de Química do IFPA - Campus-Abaetetuba. Endereço para correspondência: Travessa Padre Pimentel, 116, Algodual, Abaetetuba, Pará, Brasil, CEP: 68440000.

2 Lattes: <http://lattes.cnpq.br/60828813095673923>. Aluno do 3º Ano do Curso Técnico de Manutenção Suporte em Informática, IFPA - Campus Abaetetuba.

3 Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6907465955129903>. Aluna do 2º Ano do Curso Técnico de Informática, IFPA - Campus Abaetetuba.

4 Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1620271357174934>. Aluna do 2º Ano do Curso Técnico de Informática, IFPA - Campus Abaetetuba.

5 Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4865112223845157>. Aluna do 2º Ano do Curso Técnico de Informática, IFPA - Campus Abaetetuba.

6 Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0740453551388829>. Aluno do 2º Ano do Curso Técnico de Informática, IFPA - Campus Abaetetuba.

7 Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2771414699199184>. Aluna do 2º Ano do Curso Técnico de Informática, IFPA - Campus Abaetetuba.

RESUMO

A inserção de facilitadores do ensino e aprendizagem e, principalmente em situações em que a simulação de eventos experimentais é possível, quando aplicados com a participação espontânea e ativa dos estudantes num contexto de sala de aula invertida e alavancada pela contextualização e a historicidade dos eventos, pode levar os estudantes a uma maior participação nas aulas e à aprendizagem dos conceitos científicos. Buscou-se nesta investigação, através da utilização de um software simples utilizado para apresentações, conhecer a natureza e a dinâmica de situações introdutórias da relatividade restrita, seus impactos na ciência, tecnologia e sociedade através de discursões construídas a partir da pré-análise de materiais observados pelos aprendizes como potencialmente significativos e posteriormente aplicados em situações de aula formal e contextualizadas de Física por um professor cuja formação inicial universitária era na da área de Química e especializada em Química Quântica e Engenharia do Ambiente. A apresentação base e única constituída de muitas demonstrações e simulações, foi produzida para gravação, transcrita em PDF para reflexão e análise dos aprendizes em uma aula contendo fatos inerentes à dilatação do tempo e contração da distância. As interações discursivas foram categorizadas nas dimensões verbal e cognitiva. A análise dos resultados apresentou um acréscimo em termos de interações cognitivas mais elaboradas e na aplicação de resoluções de situações-problema e principalmente, quando os aprendizes aplicam seus conhecimentos para produzir suas próprias simulações o que já se torna o foco mais importante deste trabalho superando desta feita a resolução simplista de exercícios problemas.

Palavras-chave: Simulações. Relatividade. Aprendizagem. Flipped Classroom.

ABSTRACT

The insertion of teaching and learning facilitators and, mainly in situations where the simulation of experimental events is possible, when applied with the spontaneous and active participation of students in an inverted classroom context and leveraged by the contextualization and historicity of the events, can lead students to participate more in class and to learn scientific concepts. The aim of this investigation, through the use of a simple software used for presentations, was to know the nature and dynamics of introductory situations of special relativity, its impacts on science, technology and society through discussions constructed from the pre-analysis of materials observed by the learners as potentially significant and later applied in formal and contextualized Physics class situations by a professor whose initial university education was in the area of Chemistry and specialized in Quantum Chemistry and Environmental Engineering. The basic and unique presentation, consisting of many demonstrations and simulations, was produced for recording, transcribed in PDF for reflection and analysis by learners in a class, containing facts inherent to the dilation of time and contraction of distance. Discursive interactions were categorized into verbal and cognitive dimensions. The analysis of the results showed an increase in terms of more elaborate cognitive interactions and in the application of problem-situation resolutions and, mainly, when learners apply their knowledge to produce their own simulations, which has already become the most important focus of this work, surpassing this simple problem solving exercises.

Keywords: Simulations. Relativity. Learning. Flipped Classroom.

1 INTRODUÇÃO

Ainda que algumas situações reais não sejam promissoras de serem replicadas em fatos físicos visíveis e táteis em nossas realidades educacionais brasileiras, tão carentes de recursos e num contexto tecnológico atual ainda muito aquém dos avanços científicos de países mais privilegiados pela incessante investigação científica, temos a possibilidade de recriar ambientes físicos, químicos ou físico-químicos de forma aproximada através de modelos ou modelagens das realidades em que:

“um modelo é uma imagem mental simplificada e idealizada, que permite representar, com maior ou menor precisão, o comportamento de um sistema. O modelo incorpora apenas as características consideradas importantes para a descrição do sistema, selecionadas intuitivamente ou por conveniência matemática. De modo geral, o propósito de um modelo é simplificar certa realidade para que ela possa ser analisada (FÍSICA, Curso de Graduação, 2020).

E é nesse contexto, em que se trabalhar as equações de Lorentz e seus significados mais diretos e, portanto, aplicados em contextos mais pedagógicos e já existentes nas estruturas cognitivas de muitos aprendizes, tais como, situações da ficção científica (TAVARES, 1986), um gênero especulativo, que normalmente lida com conceitos ficcionais e imaginativos, relacionados ao futuro, ciência e tecnologia, e seus impactos e/ou consequências em uma determinada sociedade ou em seus indivíduos, desenvolvido no século XIX e que pode propiciar um grande leque de possibilidades como: viagem espacial, viagem no tempo, viagem mais rápida que a luz, universos paralelos, mudanças climáticas, totalitarismo e/ou vida extraterrestre e outros, é de grande valia quando associadas à simulações envolvendo a dilatação do tempo e a contração da distância. Também, no que tange às TDICs (Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação) (BRASIL, 2017), é importante observarmos o que a BNCC nos orienta quanto

documento norteador sobre o que são as aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica e em específico, na competência específica 3.

“Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (BRASIL, 2017, p. 558).

O trabalho em questão foi realizado exclusivamente com alunos(as) aprendizes participantes do curso de extensão “*Compartilhamento de experiências e práticas na produção de layouts em apresentações, edição de áudio, fragmentação de vídeos para aplicativos, vídeo aulas, simulações em softwares livres e comerciais para aplicação em Química, Física e Matemática na modalidade sala de aula invertida (FLIPPED CLASSROOM)*” do IFPA-Campus-Abaetetuba em sua terceira edição, já familiarizados com transições, animações e movimento cinematográfico realizadas no PowerPoint 2016® e durante o período de 11 de agosto de 2022 à 30 de dezembro do mesmo ano, e cuja suposição é a de que a utilização de simulações pode alavancar o rendimento do processo de ensino e aprendizagem, principalmente quando os mesmos também são capazes de formular seus próprios ambientes simulados e uma turma do curso técnico de MSI em seu último semestre do campus supracitado para aplicação da metodologia.

Trabalhou-se a pesquisa embasada na metodologia mista e na abordagem convergente a partir da aplicação de um questionário com perguntas abertas, fechadas e ainda de múltipla escolha (CRESWELL; CRESWELL, 2021, posição 6735), sendo estas últimas inerentes à resolução de situações-problema próprias da utilização das equações de Lorentz.

Figura 01 – Metodologia e percurso para análise dos dados.



Fonte: John W. Creswell e J. David Creswell. Projeto de pesquisa: Métodos qualitativo, quantitativo e misto (Locais do Kindle 6735). Penso. Edição do Kindle.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Trabalhar de forma simbólica temas extremamente abstratos como os relacionados à Teoria da Relatividade Restrita (TRR) a partir de subsunçores já existentes na estrutura cognitiva e provavelmente inerentes às situações de filmes, HQs e outros correlatos à ficção científica, mostram-se extremamente capazes de favorecer novas aprendizagens. O uso de simulações em apresentações facilitadoras do ensino e aprendizagem de forma bastante atrativa (e, não somente a partir da utilização única e entediante da metodologia do uso de quadro e giz ou caneta para quadros brancos, ou até mesmo, a utilização de slides com baixo potencial significativo atribuído pelos estudantes advindos de pouco labor do docente e, ainda, apresentando pouca criatividade e interação) pode favorecer e potencializar a formação de novos subsunçores capazes de interagir de forma mais eficaz para a elaboração de novos conhecimentos. Em um trecho da obra *“Compartilhamento de experiências e práticas na produção de layouts em apresentações, edição de áudio, fragmentação de vídeos para aplicativos, vídeo aulas, simulações em softwares livres e comerciais no ensino presencial remoto e híbrido”*, do organizador e autor José Pinheiro da Costa Júnior, publicada em 2021 pela editora RFB, o referido autor cita Ausubel et al. (1968)

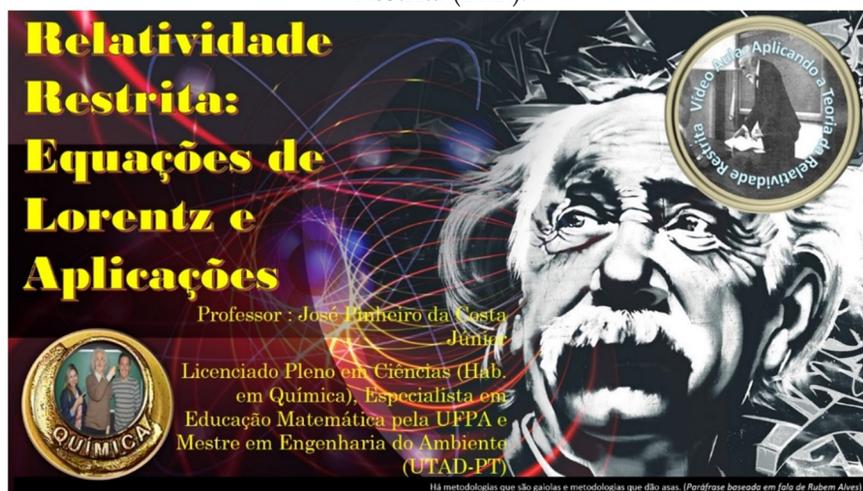
“Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: o fator singular que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. descubra isso e ensine-o de acordo (AUSUBEL et al., 1968, p. 06, apud JÚNIOR, 2021, p. 36)”.

E, sobre os subsunçores, Takeuchi (2009) nos alerta que:

“O conhecimento prévio especificamente relevante é denominado subsunçor e funcionalmente serve como matriz ideacional e organizacional para a incorporação, compreensão e fixação do novo conhecimento na estrutura cognitiva de forma que o indivíduo passa a atribuir significado à nova informação (TAKEUCHI, 2009, p.17)”.

Moreira (2006), nos relata que o processo de aprendizagem segundo a abordagem ausubeliana (AUSUBEL, 1982) tem dois sentidos: o de recepção e/ou de descoberta. Na primeira, a informação é apresentada ao estudante, embora não se possa afirmar que seja um processo obrigatoriamente mecânico. Na segunda, o próprio aluno por meio de seus recursos e esforços a descobre. Ambas somente terão significado se estiverem ancoradas a um subsunçor existente, porém, ressalta-se que a aplicação de um facilitador pode suprir gaps existentes na estrutura cognitiva do aprendiz e por isso, utilizamos a recepção através de uma apresentação em PDF acompanhada de um vídeo disponível no YouTube® de construção própria, para que em aula formal houvesse o diálogo e interações pertinentes ao tema envolvendo a TRR.

Figura 02 – Apresentação e ao mesmo tempo PDF sobre Teoria da Relatividade Restrita (TRR).



Fonte: disponível em: < <https://www.youtube.com/@josepinheirodacostajunior4816> >.

Vale lembrar que um dos objetivos a serem alcançados quando se utilizam técnicas facilitadoras do ensino e aprendizagem é o ato de educar, o que está bem diferente do ato jurisprudencial de escolarizar, atributo, portanto, da escola e, segundo Libâneo (2010, p.26), o mesmo a define como “[...] fenômeno plurifacetado, ocorrendo em muitos lugares, institucionalizado ou não, sob várias modalidades” e:

“Em várias esferas da sociedade surge a necessidade de disseminação e internalização de saberes e modos de ação (conhecimentos, conceitos, habilidades, hábitos, procedimentos, crenças, atitudes), levando a práticas pedagógicas. Mesmo no âmbito da vida privada, diversas práticas educativas levam inevitavelmente a atividades de cunho pedagógico na cidade, na família nos pequenos grupos, nas relações de vizinhança. (LIBÂNEO, 2010, p. 27)”.

As evidências corroboram o fato de que no caminho de formação de conceitos em várias instâncias e, portanto, momentos cognitivos distintos, os aprendizes podem ter tido muitas contribuições e interações com observações e opiniões desde as mais simples as mais abstratas e inclusive no universo escolástico. Portanto, a utilização e/

ou a procura de subsunçores já constitui um processo avaliativo que faz parte do ato educativo, do processo de aprendizagem, avaliando-se para diagnosticar avanços e entraves, para interferir, agir, problematizar e redefinir os rumos e caminhos a serem percorridos.

Portanto, é importantíssimo destacar que a área de Ciências da Natureza, “tem um compromisso com o desenvolvimento do letramento científico, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências” (BRASIL, 2017, p. 321) e, idem com relação à aplicação de uma pesquisa diagnóstica em que o professor esteja cada vez mais alerta e se debruce compreensivamente sobre todas as manifestações do educando (HOFFMANN, 1991, p. 79), qualitativa, quantitativa e também convergente, abarcando-se, em nosso caso de estudo em Física, a necessidade de utilização de simuladores e deduções pertinentes as equações de Lorentz, que em suma, podem interagir mais rapidamente à estrutura cognitiva dos aprendizes, ou, parafraseando Ausubel (1980), o mesmo nos diz que estes facilitadores ou materiais que podem vir a ser potencialmente significativos ao aprendiz, que são organizadores prévios, podem atuar como “pontes cognitivas”, criadas a fim de interagir com a estrutura cognitiva do aprendiz de maneira que levem ao desenvolvimento dos subsunçores, caso estes não existam ou os fortaleçam ainda mais em novas informações e interações com novos conhecimentos.

3 METODOLOGIA

3.1 Competências e Habilidades na BNCC inerentes à Teoria da Relatividade:

Neste trabalho, os estudantes em sua totalidade, não haviam tido nenhum contato com a Teoria da Relatividade Restrita até o momento do início desta pesquisa, fato relatado pelos mesmos, o que viabilizou a intenção de se produzir organizadores prévios como descrito na figura 01, que logo de imediato se manifestaram potencialmente significativos pelas análises dos aprendizes. Porém, algumas competências ou o conhecimento de técnicas de simulação e suas habilidades (salvo o conhecimento físico sobre o tema, pois, até aquele momento nenhum docente detinha), ou seja, o ato de aplicar em situações novas as competências, já estavam empoderadas por alguns discentes que outrora participaram de curso de extensão ofertado pelo campus como já citado, o que, tornara a atividade, e inclusive a de criar simulações mais atrativa. Sobre as competências a BNCC nos reporta que:

“competência é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho” (BRASIL, 2018, p. 8).

E, sobre as habilidades, a Teoria da Relatividade, que é um modelo físico, composto por muitos textos, interpretações e equações, se encontra contemplada em:

- 1^a) **EM13CNT201:** Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.
- 2^a) **EM13CNT303:** Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, vi-

sando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

3.2 A construção de modelos aplicados à dilatação do tempo e a contração da distância ou espaço:

Primeiramente, utilizou-se de um conjunto de slides em que se aplicaram simulações (disponíveis em: < **Fonte:** disponível em: < <https://www.youtube.com/@josepinheirodacostajunior4816>>), todos com áudio e suas respectivas movimentações simuladas em ordem e com suas respectivas situações físicas idealizadas:

1ª) Um astronauta que é um observador interno na nave Atlantis está analisando o movimento de um feixe de luz de um laser atingindo um espelho no chão da nave!



2ª) Cálculo do tempo gasto pelo feixe de luz do sabre de luz para ir ao espelho e voltar a fonte de origem (Δt_0).

E como a velocidade da luz é:

C
299792458 m/s ou $\approx 3 \times 10^8$ m/s

Distância do Laser ao espelho: d

espelho

Porém, a luz ao ir e voltar do espelho terá uma distância a percorrer total de: **2d**

Para o astronauta, o tempo que a luz levará será $\Delta t_{\text{observador}} = \Delta t_0$

$$V = \frac{\Delta S}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = \frac{\Delta S}{V}$$

$$\Delta t_0 = \frac{\Delta S}{C} \rightarrow \Delta t_0 = \frac{2d}{C}$$

3ª) Cálculo do espaço percorrido pelo feixe de luz e o tempo observado pela menina na Terra (Δt).

Vamos calcular o espaço percorrido pelo feixe de luz e o tempo observado pela menina na Terra

$D^2 = L^2 + d^2$

$D = \sqrt{L^2 + d^2}$

$2D = 2\sqrt{L^2 + d^2}$

$\Delta t = \frac{2\sqrt{L^2 + d^2}}{C}$

Prof.: José Pinheiro da Costa Júnior

4ª) Comparação dos tempos obtidos pelo observador no interior da nave e pela observadora na Terra.

Meu Deus! Comparando os tempos, o tempo para a observadora na Terra dilatou!!!!!!

$$\Delta t = \frac{2\sqrt{L^2 + d^2}}{C} \neq \Delta t_0 = \frac{2d}{C}$$

Prof.: José Pinheiro da Costa Júnior

5ª) A obtenção da Equação de Lorentz para a Dilatação do Tempo.

Vamos agora elevar esta equação ao quadrado. Observe que para percorrer o espaço L , gastaremos a metade do tempo Δt verificado pelos "sentidos" do observador na Terra. Logo, $V = L/(\Delta t/2)$ ou $2L=V. \Delta t$ que é igual a $4L^2/V^2 = \Delta t^2$.

$$\Delta t = \frac{2\sqrt{L^2 + d^2}}{C} \quad \Delta t^2 = \frac{4(L^2 + d^2)}{C^2}$$

$$\Delta t^2 = \frac{4L^2 + 4d^2}{C^2} \quad \Delta t^2 = \frac{4L^2}{C^2} + \frac{4d^2}{C^2}$$

$$\Delta t^2 = \frac{4L^2}{C^2} + \frac{4d^2}{C^2} \quad \Delta t^2(1 - V^2/C^2) = \Delta t_0^2$$

$$\Delta t^2 - V^2 \frac{\Delta t^2}{C^2} = \Delta t_0^2 \quad \Delta t^2 = \frac{\Delta t_0^2}{1 - V^2/C^2}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - V^2/C^2}}$$

Hendrik Antoon Lorentz
19 de julho de 1853
Arnhem e 4 de fevereiro de 1928 (74 anos)
Haarlem (Holanda)
Nobel de Física (1902)

6ª) Para a contração da distância ou espaço percorrido.

Agora, o que acontece ao astronauta quando observar o espaço $2L$ sabendo-se que ele e o conjunto acrescido da nave + aparelhagem luminosa estão em movimento uniforme com velocidade de módulo V em relação à menina na Terra?

Se $2L$ é o comprimento percorrido pela nave em relação à menina, então:

$2L_0 = V . 2 . \Delta t_0$ para o astronauta e $2L = V . 2 . \Delta t$ para a menina na Terra. Tem-se, então:

$$\Delta t_0 = \Delta t \cdot \sqrt{1 - \frac{V^2}{C^2}} \Rightarrow \frac{2L_0}{2V} \Rightarrow$$

$$\frac{2L}{2V} \cdot \sqrt{1 - \frac{V^2}{C^2}} \Rightarrow L_0 = L \cdot \sqrt{1 - \frac{V^2}{C^2}}$$

Que é a contração do espaço!

Prof. José Pinheiro da Costa Júnior

7ª) Aplicação de atividade passo a passo envolvendo a junção entre dois filmes de ficção para se determinar A dilatação do tempo e a contração da distância.

Uma atividade idealizada pelo grupo de extensão do IFPA-CAMPUS-ABAETETUBA

Suponha que dois relógios atômicos estejam perfeitamente sincronizados e que um deles seja colocado para se mover a uma velocidade de $0,98\text{C}$ (em relação ao seu próprio referencial) na nave interplanetária Millennium Falcon que se desloca para cima da denominada LV-223 para conter um ataque alienígena em que uma missão anterior, da Nave Prometheus da renomada antropóloga Elizabeth Shaw foi destruída pelo espaço Xenomorfa ALIEN. Se passou um tempo para se chegar à LV-223 pela nave Prometheus de 2 anos 4 meses 18 dias 36 horas e 15 min e que a Millennium Falcon gastará o mesmo tempo. Quanto tempo em horas foi passado em um relógio situado na Terra durante este percurso e qual a distância efetiva percorrida pela Nave? Saiba-se que a LV-223 está a $3,27 \times 10^{14}\text{km}$. Use calculadora!

Dados Calculados:
 $\Delta t_0 = 2 \text{ anos } 4 \text{ meses } 18 \text{ dias } 36 \text{ horas e } 15 \text{ min} = 20.868,25 \text{ horas}$

$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad \Delta t = \frac{20868,25}{\sqrt{1 - \frac{(0,98C)^2}{c^2}}} \quad \Delta t = \frac{20868,25}{\sqrt{1 - 0,9604}}$$

$$\Delta t = \frac{20868,25}{\sqrt{1 - 0,9604}} \quad \Delta t = \frac{20868,25}{\sqrt{1 - 0,9604}} \quad \Delta t = \frac{20868,25}{\sqrt{0,0396}} \quad \Delta t = 104866,902 \text{ horas}$$

$$\Delta t \approx 11,97 \text{ anos}$$

Prof.: José Pinheiro da Costa Júnior

Uma atividade idealizada pelo grupo de extensão do IFPA-CAMPUS-ABAETETUBA

Com relação à distância efetivamente percorrida pela Nave, teremos:

$$L_0 = L \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad L_0 = L \sqrt{1 - \frac{(0,98C)^2}{c^2}} \quad L_0 = L \sqrt{0,0396}$$

$$L_0 = 3,27 \times 10^{14} \sqrt{0,0396} \quad L_0 = 3,27 \times 10^{14} \sqrt{0,0396}$$

$$L_0 \approx 6,507 \times 10^{13} \text{ km, ou seja, reduziu a 20% aproximadamente do valor inicial!}$$

Prof.: José Pinheiro da Costa Júnior

8ª) Aplicação de pré-atividade de múltipla escolha a partir de simulação idealizada por uma das participantes na apresentação para resolução em casa e que foi reproduzida para o site SIGAA no endereço: < <https://sigaa.ifpa.edu.br/sigaa/portais/docente/turmas.jsf> > acrescida de questões fechadas e abertas para análise qualitativa e quantitativa.

Atividade: Quanto tempo em horas terão passado em um relógio situado na Terra durante este percurso e qual a distância efetiva percorrida pela Nave? Saiba-se que a LV-223 está a $3,27 \times 10^{14}\text{km}$ e a velocidade é de $0,9\text{C}$. Use calculadora!

Tempo percorrido pela Nave Millennium Falcon = **20.868,25 horas**

$V_{MF} = 0,9\text{C}$

0 km 3,27x10¹⁴ Km

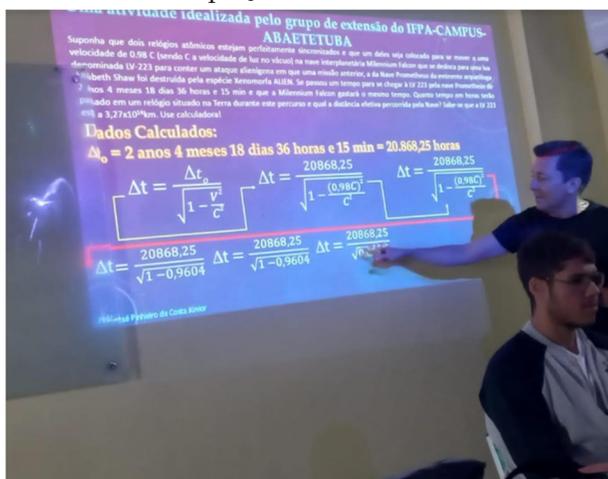
Fim!

Prof.: José Pinheiro da Costa Júnior

3.3 Agora, a aplicação de uma aula formal a partir do uso antecipado dos facilitadores produzidos em slides:

Nesta fase, houve a aplicação de uma única aula formal fundamentada no diálogo e com dedução das equações e discussão dos modelos, teorias e leis propostos, o que de certa forma fluiu de forma bastante serena à luz das imensas dificuldades do que é apresentar a TRR a aprendizes que em tese apresentavam grandes dificuldades matemáticas e interpretativas em referenciais distintos.

Figura 03 – Apresentação à turma em aula formal sobre o tema da TRR inerente as equações de Lorentz.



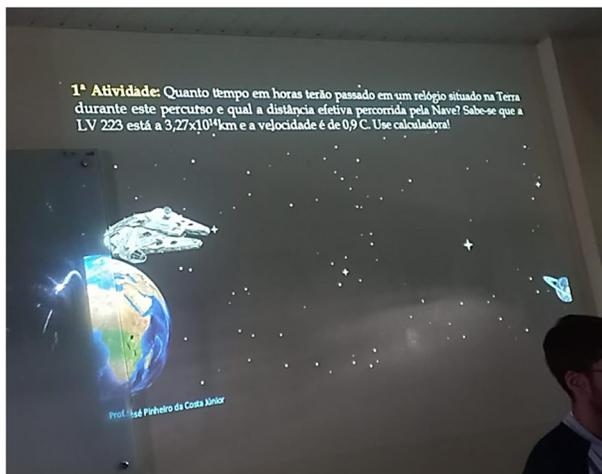
Fonte: Arquivo particular

3.4 A aplicação de um questionário com perguntas abertas, fechadas e ainda de múltipla escolha.

Nesta fase, seguindo a metodologia aplicada (CRESWELL; CRESWELL, 2021, posição 6735) de um questionário com perguntas abertas, fechadas e ainda de múltipla escolha, sendo estas últimas inerentes à resolução de situações-problema próprias da utilização das

equações de Lorentz, optou-se por se utilizar o sistema SIGAA¹, onde foram aplicadas as perguntas apresentadas em anexo.

Figura 04 – Turma em aula formal sobre o tema da TRR inerente as equações de Lorentz.



Fonte: Arquivo particular

A familiaridade com este sistema, o SIGAA, advindo de outros trabalhos que em tese tiveram de ser realizados pelo docente pesquisador no período do auge da Pandemia do Covid-19 com turmas em que são oriundos os alunos participantes desta pesquisa, e em que a única forma de suprir o impacto provocado pelo isolamento social e, portanto, das aulas físicas formais, era através de aulas síncronas e assíncronas foi de fundamental importância pelo fato de ser um canal institucional, mesmo com a grande dificuldade de recursos digitais e financeiros que estes apresentavam, porém, um elemento fez a diferença naquele ínterim, e que foi o smartphone.

Naquele momento de pandemia, se pôde onde utilizar o máximo possível de recursos procedentes das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) e que naquele momento passado, foram adquiridos pelo pesquisador a partir da sua práxis e, portanto, proatividade em educar e não cessar o ato de escolarizar, já se tornara

¹ <https://sigaa.ifpa.edu.br/sigaa/portais/docente/docente.jsf>

uma ação corriqueira para os aprendizes, não provocando embaraço com a aplicação deste sistema que proporciona a adoção de questionários sejam avaliativos ou não e com os mais diversos tipos de pergunta possíveis.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nas tabelas abaixo, apresenta-se, pormenorizadamente o que foi solicitado para os estudantes no que tange às suas percepções a respeito do uso de experimentos simulados e sobre a metodologia utilizada:

Tabela 1 – Análise das perguntas fechadas.

Perguntas Fechadas	Percentual de SIM:	Percentual de NÃO:
Os materiais facilitadores e explicações colocados à disposição pelo docente foram eficientes à sua aprendizagem? Sim ou Não?	100 %	0,0 %
A contextualização da química com a física e a matemática foi útil para fazer você entender o processo de dilatação do tempo e contração da distância e o efeito em partículas quando em altíssimas velocidades e sua posterior aplicação? “Sim” e “Não”	100 %	0,0 %
A aula formal (realizada em sala de aula e práticas com simulações) fez com que você pudesse entender melhor a dilatação do tempo? “Sim” e “Não”	100 %	0,0 %

Fonte: Sigaa. Disponível em: < <https://sigaa.ifpa.edu.br/sigaa/ava/Questionario-Turma/visualizarRespostas.jsf>>.

Tabela 2 – Análise das perguntas abertas.

Perguntas Abertas	Análise
Quais são os maiores desafios que você enfrentou para compreender o tema abordado envolvendo a TRR?	As respostas apontam para 20 % aproximadamente dos envolvidos apresentarem dificuldades em entender a matemática apresentada nas demonstrações e as interpretações físicas apesar do imenso universo de exemplos o que evidência poucos ou nenhum subsunçor que pudesse ser associado ao assunto salvo os exemplos de ficção científica.
As orientações e diálogos oferecidos pelo professor ajudaram você a compreender melhor o assunto sobre TRR e Partículas?	De forma unânime os diálogos e a simplicidade matemática conjuntamente com as simulações ajudaram na compreensão do tema em questão como na frase “Ajudou muito, consegui me concentrar melhor com seu método de ensino que foi excelente” da aluna: “20192283626” e pelo aluno “20192283606”: Sim, pois o docente utilizou de correlações entre o assunto e diversos conteúdos de cultura pop e situações diversas para orientar na compreensão destes assuntos apresentados.

Fonte: Sigaa. Disponível em: < <https://sigaa.ifpa.edu.br/sigaa/ava/Questionario-Turma/visualizarRespostas.jsf>>.

Tabela 3 – Análise dos percentuais de acerto e/ou erro em perguntas dissertativas.

Perguntas dissertativas	Percentual de alunos(as) que acertaram a resposta exata ou aproximada	Percentual alunos(as) que erraram a resposta exata ou aproximada
Quanto tempo em horas terão passado em um relógio situado na Terra durante este percurso e qual a distância efetiva percorrida pela Nave? Sabe-se que a LV 223 está a $3,27 \times 10^{14}$ km e a velocidade é de 0,9 C. Use calculadora! São apenas duas respostas na mesma pergunta!!!!!!!	64,7 %	35,3 %
Na química, podemos encontrar o mercúrio no estado líquido na natureza pelo mesmo motivo do elemento ter sua coloração única. Acontece que, assim como no caso anterior, este metal é um átomo pesado e seus elétrons sofrem a mesma aceleração próximo ao núcleo. O aumento de massa e energia dos elétrons torna o ligamento entre seus próprios átomos fraco. Logo, mercúrio é líquido.	100 %	0,0 %

Fonte: Sigaa. Disponível em: < <https://sigaa.ifpa.edu.br/sigaa/ava/Questionario-Turma/visualizarRespostas.jsf>>.

100% dos aprendizes manifestou-se positivamente em relação à metodologia adotada, inclusive com agradecimentos coletivos e individuais durante a finalização dos trabalhos.

Percebeu-se um grande espanto por parte do docente ministrante da aula ao ver o elevado nível de observação e foco nos momentos de exposição e aplicações de simulações, de relatos históricos sobre a vida de Hendrik Antoon Lorentz, Albert Einstein, Louis de Broglie, Julius Robert Oppenheimer e etc., e sobre o desenvolvimento das demonstrações matemáticas que foram o mais simples possível sem perder o rigor e focadas no desenvolvimento cognitivo e observatório dos aprendizes. Também, a discussão sobre filmes do ponto de vista das trajetórias das espaçonaves, que são um tanto absurdas e de análises críticas de assuntos inerentes a buracos negros, tempos interestelares, gravidade e a ampliação das coordenadas espaciais e temporal principalmente a partir da análise do filme *Interstellar*, foram de fundamental importância para o desenvolvimento deste trabalho, resultando em elevado aceite e ratificação dos aprendizes no que tange a potencialidade dos facilitadores utilizados e da metodologia envolvida ou Flipped Classroom.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verificou-se que a utilização de uma metodologia diagnóstica, dialógica, não imperativa e significativa onde se trata de ideias expressas simbolicamente (através de modelos e subsunçores) e que interagem de maneira substantiva e não-arbitrária (o organizador prévio foi preparado com bastante esmero para realmente ser um facilitador do ensino e aprendizagem) foi potencialmente bem sucedida na relação com aquilo que os aprendizes já dominavam ou com aquilo que de forma explícita viria a aflorar de suas mentes quando de suas memórias sobre fatos ou filmes de ficção científica que interagiram com as

suas estruturas cognitivas, o que corrobora a outras ações futuras não somente inerente à TRR, mas, também, a assuntos diversos da disciplina Física quando aplicadas ao curso de extensão “Compartilhamento de experiências e práticas na produção de layouts em apresentações, edição de áudio, fragmentação de vídeos para aplicativos, vídeo aulas, simulações em softwares livres e comerciais para aplicação em Química, Física e Matemática na modalidade sala de aula invertida (FLIPPED CLASSROOM)” ofertado pelo IFPA – Campus - Abaetetuba.

REFERENCIAIS BIBLIOGRÁFICOS

AUSUBEL, D. P. Educational Psychology: A Cognitive View. New York, Holt: Rinehart and Winston, 1968.

_____. A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.

_____; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. Psicologia educacional. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Brasília, MEC, 2017.

_____. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Brasília, MEC, 2018.

CRESWELL, John W.; CRESWELL, J. David. Projeto de pesquisa: Métodos qualitativo, quantitativo e misto. Porto Alegre: Penso, 2021. Livro eletrônico. 6735 posições.

FÍSICA Curso de Graduação. Santa Maria: Campus de Santa Maria, 2020. Disponível em: < <https://www.ufsm.br/cursos/graduacao/santa-maria/fisica/2020/02/20/o-que-e-um-modelo/>>. Acesso em: 08 dez. 2022.

HOFFMANN, Jussara. Avaliação Mediadora: Uma prática em construção da pré-escola a universidade. Porto Alegre, Mediação 1991.

KAZUHITO, Yamamoto; FUKU, Luiz Felipe. Física para ensino Médio. São Paulo: Editora Saraiva, 2017.

LIBÂNEO, José Carlos. Pedagogia e pedagogos para quê? 12. ed. São Paulo, Cortez, 2010.

MOREIRA, M.A. A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula. Brasília: Editora UNB, 2006.

MICROSOFT OFFICE 2016. Versão estável 1804 (16.0.9226.2156) (15 de maio de 2018) Trialware: Microsoft Corporation, 2018. Disponível em: < <https://www.office.com/>>. Acesso em: 10 dez. 2022.

TAKEUCHI, M. Y. Estudo do uso de mapa conceitual na promoção de aprendizagem significativa de conteúdo de neurociência na graduação. (Dissertação de Mestrado). Universidade de São Paulo, Brasil, 2009. Disponível em: < <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/47/47135/tde-08122009-102302/pt-br.php>>.

TAVARES, Bráulio. "O que é Ficção Científica". Coleção Primeiros Passos: São Paulo: Editora Brasiliense, 1986.

CAPÍTULO 3

UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR DE ESTUDO EXEMPLIFICADO DA LEI DE HOOKE COM APLICAÇÕES DA FÍSICA NA QUÍMICA AMBIENTAL DO EFEITO ESTUFA E EM LIGAÇÕES METÁLICAS

*An interdisciplinary proposal for Exemplified
Study of Hooke's Law with Applications of
Physics in Environmental Chemistry of the
Greenhouse Effect and in Metallic Bonds*

José Pinheiro da Costa Júnior¹

Jhon Douglas Rodrigues²

José da Rocha Nascimento³

Vitor Leonardo Craveiro da Cunha⁴

1 Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4773234501532969>. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-3184-2775>. Graduação em Licenciatura Plena em Ciências (Habilitação em Química-UFPA). Especialização em Educação Matemática para o Ensino Médio (UFPA). Aperfeiçoamento em Química para Professores do 2º Grau - SECTAM-SEDUC-UFPA e Mestrado em Engenharia do Ambiente - Universidade Trás os Montes e Alto Douro (UTAD-PT). Professor de Química do IFPA - Campus-Abaetetuba. Endereço para correspondência: Travessa Padre Pimentel, 116, Algodual, Abaetetuba, Pará, Brasil, CEP: 68440000.

2 Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0794727748051195>. Aluno do 2º Ano do Curso Técnico de Manutenção e Suporte em Informática, IFPA - Campus Abaetetuba

3 Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5117158903631549>. Aluno do 2º Ano do Curso Técnico de Manutenção e Suporte em Informática, IFPA - Campus Abaetetuba.

4 Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6086881686562837>. Aluno do 3º Ano do Curso Técnico de Manutenção e Suporte em Informática, IFPA - Campus Abaetetuba.

RESUMO

Através de estudos, tanto o situacional histórico quanto o inerente ao de aplicações da lei de Hooke em circunstâncias físicas e químicas concretas e em contexto de sala de aula invertida, este trabalho propõe uma sequência didática interessante e alternativa ao tema “elasticidade aplicando a Lei de Hooke”, utilizando-se de um vídeo auto explicativo e contendo simulações envolvendo sistemas corpo-mola e, neste, apresentando também, simulações de modelos microscópicos em que as interações interatômicas comportam-se como molas em moléculas suscetíveis a absorções de radiação infravermelha e também de estruturas cristalinas cúbicas envolvendo o elemento químico cobre. A aplicação se deu em uma turma com 22 aprendizes do curso de Meio Ambiente do IFPA Campus de Abaetetuba apenas no que tange as suas aplicações imediatas sobre o Efeito Estufa e Ligações Metálicas. A modelagem, até para fins didáticos é concebida a partir de uma aproximação linear do alongamento e das contrações desenvolvidas o que facilita o entendimento que é oriundo de uma prática particularmente simples, mas, no último caso um tanto trabalhosa para se adquirir um bom entendimento desta aplicação. A proposta revelou-se didaticamente adequada para a ampliação do interlace entre disciplinas distintas, mas que guardam entre si muitas influências mútuas e, cita-se, a excelente correlação com fatos reais no que tange à aplicação em um fenômeno ambiental e físico e em ligações metálicas e segundo a metodologia Flipped Classroom.

Palavras-chave: Modelagem. Elasticidade. Aplicações. Meio Ambiente.

ABSTRACT

Through studies, both the historical situation and the inherent one of applications of Hooke's law in concrete physical and chemical circumstances and in a flipped classroom context, this work proposes an interesting and alternative didactic sequence to the theme "elasticity applying Hooke's Law". Hooke", using a self-explanatory video and containing simulations involving body-spring systems and, in this, also presenting simulations of microscopic models in which interatomic interactions behave like springs in molecules susceptible to absorption of infrared radiation and also of cubic crystalline structures involving the chemical element copper. The application took place in a class with 22 apprentices from the Environment course at the IFPA Campus in Abaetetuba, only in terms of their immediate applications on the Greenhouse Effect and Metallic Connections. The modeling, even for didactic purposes, is conceived from a linear approximation of the stretching and contractions developed, which facilitates the understanding that comes from a particularly simple practice, but, in the last case, a bit laborious to acquire a good understanding of this application. The proposal proved to be didactically suitable for expanding the interlace between different disciplines, but which keep among themselves many mutual influences and, it is mentioned, the excellent correlation with real facts regarding the application in an environmental and physical phenomenon and in connections metallic and according to the Flipped Classroom methodology.

Keywords: Modeling. Elasticity. Applications. Environment.

1 INTRODUÇÃO

Em 1660 o cientista inglês Robert Hooke (1635-1703), observando o comportamento mecânico de uma mola, descobriu que as

deformações elásticas obedecem a uma lei muito simples. Hooke descobriu que quanto maior fosse o peso de um corpo suspenso a uma das extremidades de uma mola (cuja outra extremidade era presa a um suporte fixo) maior era a deformação (no caso: aumento de comprimento) sofrida pela mola. Analisando outros sistemas elásticos, Hooke verificou que existia sempre uma proporcionalidade entre força deformante e a deformação elástica produzida. Pôde, então, enunciar o resultado das suas observações sob a forma de uma lei geral. Tal lei, que é conhecida atualmente como lei de Hook e que foi publicada pelo mesmo cientista em 1676, nos informa que “... *as forças deformantes são proporcionais às deformações elásticas produzidas*” (disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Lei_de_Hooke).

Esse tema em questão, neste trabalho, foi escolhido como ponto de partida, pois, preferencialmente se desejava abordar a interpretação de fatos científicos de forma a se desenvolver o letramento com a função de formar cidadãos capazes de tomar decisões com nível de compreensão elevado sobre temas diversos e socialmente responsáveis com relação ao bem estar de todos e do meio ambiente (GOMES e ALMEIDA, 2016).

Nossa hipótese reside no fato de que quando se disponibiliza material facilitador consistente e robusto sobre determinado tema e não arbitrário, facilitado anteriormente quando do encontro físico ou síncrono (caso tenhamos uma interação virtual entre o professor e aprendizes) e desde que conscientizado de que o aprender é muitíssimo melhor do que o repetir ou decorar, pode ocorrer um alavancar do aprendizado de fatos inerentes aos mais diversos temas, o que pode levar a compreensões não simplistas, sendo estas próprias de paradigmas ou estereótipos, a partir de um ensino dialógico, mais interativo e sugestionado evoluindo das interpretações dos aprendizes para se

colocar em prática em uma aula, os subsunçores, o que constitui a Sala de Aula Invertida (SAI).

Apesar do método já ser utilizado a muito tempo (JÚNIOR e COSTA, 2022, p. 42), (BERGMANN e SAMS, 2012, p. 4), a SAI é um exemplo de metodologia ativa de ensino muito interessante e potencialmente promissora para o aumento do rendimento de aprendizes conscientizados num contexto de aprendizagem significativa e que neste caso se deu com subsunçores adquiridos no decorrer do curso na respectiva disciplina de Química Ambiental.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A força restauradora elástica (\vec{F}) e aplicações em sistemas mecânicos macroscópicos e em ligações químicas e seus ângulos de ligação.

O universo ao nosso redor apresenta uma grande variedade de forças interagindo nos mais diversos sistemas físicos e químicos e dentre elas podemos citar a gravidade (HALLIDAY *et al.*, 2016), o eletromagnetismo (HALLIDAY *et al.*, 2016), a força nuclear fraca (GLASHOW, 1960), e a força forte (FELTRE, 1995; ENGE, 1975) sendo que suas magnitudes e comportamentos variam muito.

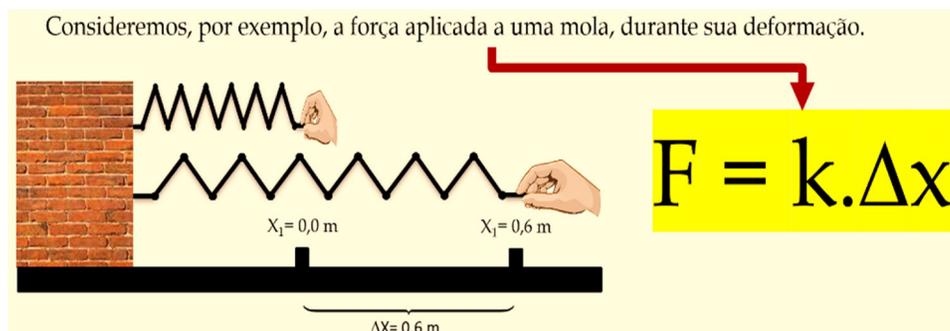
Uma forma de interação muito comum em nossa realidade física é a força externa de interação elástica, isto é, forças que são exercidas em sistemas elásticos quando sofrem deformações e que ao cessar a atuação desta força externa, a mola pode recuperar o seu formato original. Essas deformações podem ser de vários tipos: compressões, distensões, flexões, torções, etc. e serem classificadas em elásticas ou plásticas.

Durante estas deformações que ocasionam mudanças nas distâncias que separam o ponto de equilíbrio ou repouso, ou seja, o estado de menor energia, passa a existir a ação de uma força restauradora, ou comumente denominada força elástica, que é proporcional ao deslocamento em relação à posição de equilíbrio (Halliday et al.,2016) e que é simplificada pela expressão:

$$F = K.x \quad (01)$$

Esta, pode ser exemplificada por um exemplo simples, como na figura:

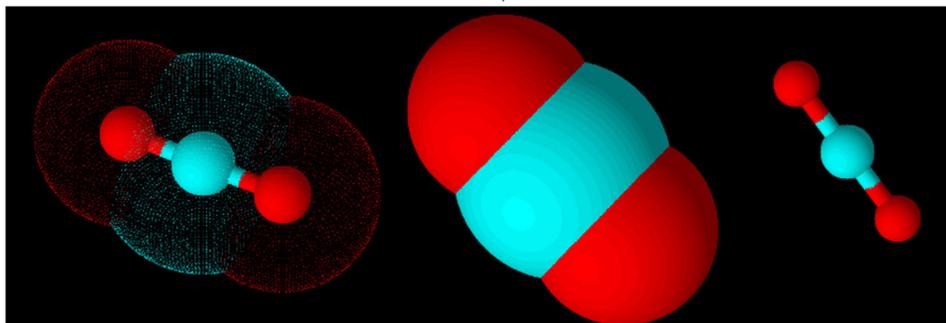
Figura 1 – Simulações desenvolvidas no software Microsoft PowerPoint. Versão 2016 para uma deformação provocada pela ação de uma força provocada por uma mão.



Fonte: Imagem de arquivo particular com os vídeos disponíveis no site josepinheiro.quimicanamao em: <<https://www.youtube.com/channel/UCHgzOAE-D004NPbx5jgKWeVA>>.

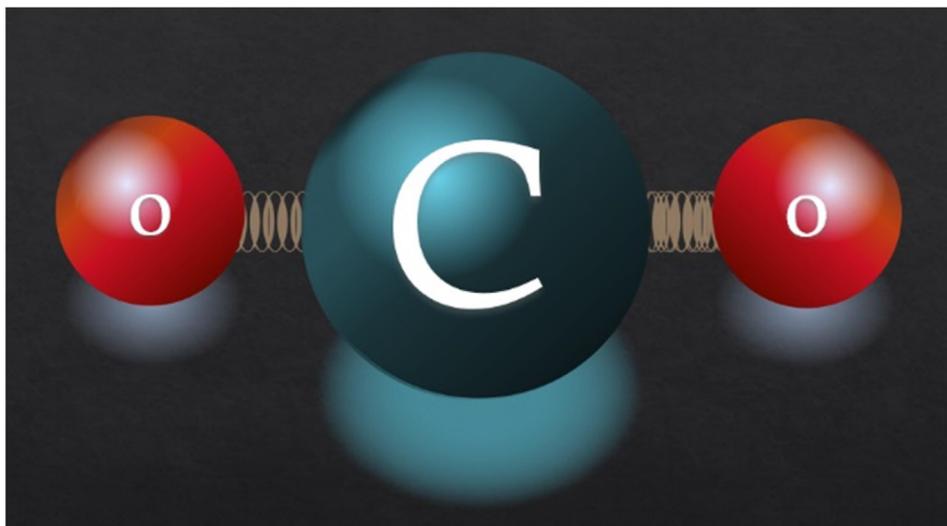
Logo, o estudo dessa força é bastante válido do ponto de vista do comportamento de sistemas mecânicos que podem apresentar deformações e inclusive adaptando-os a sistemas atômicos e/ou moleculares, pois, os átomos podem se comportar como ondas ou partículas (BROGLIE, 1924) e no caso de partículas, estas podem ser tratadas como sistemas mecânicos.

Figura 2 – Simulações desenvolvidas no software ACD/Labs/3D Viewer (Freeware). Versão 2.5, apresentando a molécula de Gás Carbônico ($\text{CO}_{2(g)}$) e suas formas Dots Only (preenchimento de pontos no espaço de probabilidades), Spacefill (preenchimento de espaços de probabilidade ou de Stewart) e Ball and Sticks (pau e bola).



Fonte: Imagem de arquivo particular com os vídeos disponíveis no site josep-nheiro.quimicanamao em : <<https://www.youtube.com/channel/UCHgzOAE-D004NPbx5jgKWeVA>>.

Figura 3 – Simulações desenvolvidas no software Microsoft PowerPoint. Versão 2016, apresentando a molécula de Gás Carbônico ($\text{CO}_{2(g)}$) com estiramento de ligações representado por molas.

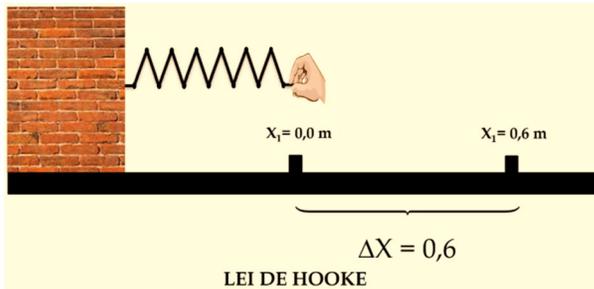


Fonte: Imagem de arquivo particular com os vídeos disponíveis no site josep-nheiro.quimicanamao em: <<https://www.youtube.com/channel/UCHgzOAE-D004NPbx5jgKWeVA>>.

2.2 A aplicação de um modelo linear para sistemas mecânicos simples

No exemplo anteriormente apresentado na figura (01), podemos fazer uma modelagem simples partindo-se da figura:

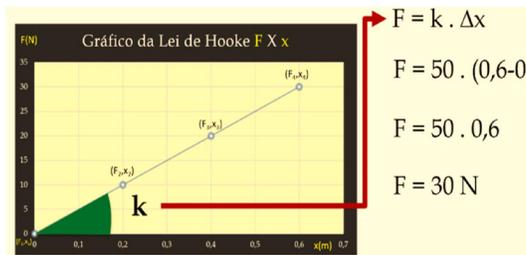
Figura 4 – Simulações desenvolvidas no software Microsoft PowerPoint. Versão 2016 para uma deformação provocada pela ação de uma força provocada por uma mão.



Fonte: Imagem de arquivo particular com os vídeos disponíveis no site josepinheiro.quimicanamao em: < <https://www.youtube.com/channel/UCHgzOAE-D004NPbx5jgKWeVA>>.

A partir do momento em que se opera a força (\vec{F}) pela mão do realizador da ação, medidas confirmam que ocorre uma elongação ou estiramento da mola e que a força também aumenta proporcionalmente a esta elongação, fato que pode ser observado no gráfico nos pontos F_1 (0 N), F_2 (10 N), F_3 (20 N) e F_4 (30 N) e que, com o valor da elongação $\Delta x = 0,6$ metros, tem-se uma constante elástica K , de 50 N/m.

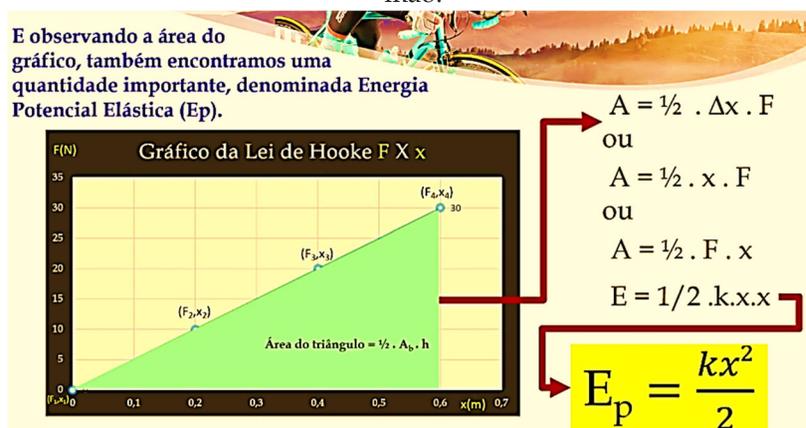
Figura 5 – Simulações desenvolvidas no software Microsoft PowerPoint. Versão 2016 para uma deformação provocada pela ação de uma força provocada por uma mão.



Fonte: Imagem de arquivo particular com os vídeos disponíveis no site josepinheiro.quimicanamao em: < <https://www.youtube.com/channel/UCHgzOAE-D004NPbx5jgKWeVA>>.

O mesmo gráfico, pode fornecer ainda, a energia potencial elástica neste exemplo simples, observando-se apenas o fato de que a área sob o gráfico cartesiano $F \times x$, fornece uma grandeza física com as mesmas unidades de energia, a Energia Potencial Elástica (E_p) (JÚNIOR, 1987; ROBORTELLA et al., 1992; HALLIDAY et al., 2016) e que em uma aplicação à moléculas será de grande valia para o entendimento do mecanismo de absorção e de emissão de energia na região do infra vermelho térmico, inerente ao efeito estufa:

Figura 6 – Simulações desenvolvidas no software Microsoft PowerPoint. Versão 2016 para uma deformação provocada pela ação de uma força provocada por uma mão.



Fonte: Imagem de arquivo particular com os vídeos disponíveis no site josepiniheiro.quimicanamao em: < <https://www.youtube.com/channel/UChgzOAE-D004NPbx5jgKWeVA>>.

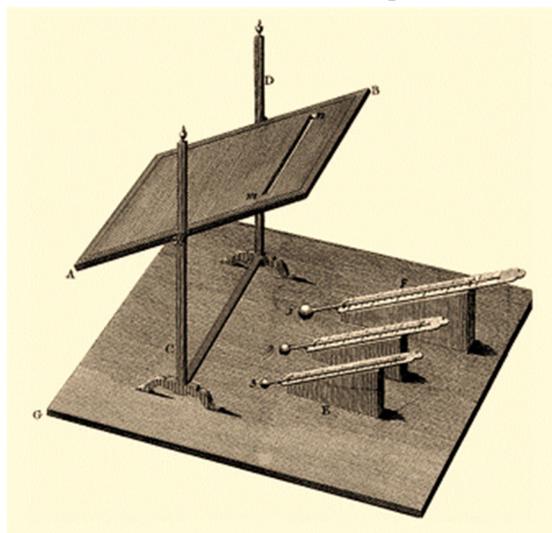
2.3 A descoberta da radiação infravermelha e suas implicações nas ligações químicas e nos materiais

O astrônomo inglês de origem alemã William Herschel foi o descobridor da Radiação Infravermelha (IR em inglês do termo Infrared). Herschel colocou um termômetro de mercúrio no caminho de um espectro obtido por um prisma de cristal com o a finalidade de se determinar a quantidade de calor emitida por cada cor, acabando por

descobrir que a maior intensidade de calor era mais forte na região correspondente ao lado do vermelho do espectro.

Esta foi a primeira experiência que demonstrou que o calor pode ser captado em forma de imagem, como acontece com a luz visível (Oliveira et al., 2014).

Figura 7 – Aparato utilizado por Herschel para investigar o poder de aquecer e iluminar das diferentes cores prismáticas.

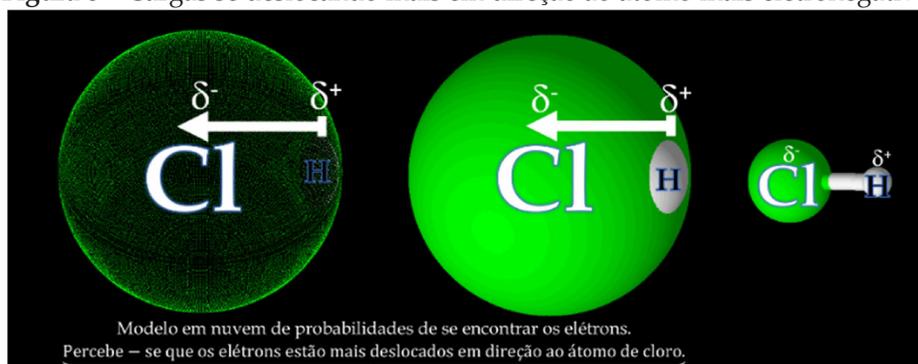


Fonte: Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/rbef/a/ggtW67HmNkyy8zGR-JXPyvP/?format=pdf&lang=pt>>.

Uma das características mais importantes para os físicos e químicos no que tange ao estudo de ligações é o fato de que a radiação infravermelha interage com moléculas e em especial alterando os comprimentos de ligações químicas e ângulos de ligação indicando absorções e posterior emissões (Baird, 2011, p. 236). Estas alterações dependem das massas relativas dos átomos na molécula, das constantes de força (K) das ligações e de mudanças em seus momentos dipolares o que as torna sensíveis à radiação infravermelha, isto é, absorverá e emitirá radiação infravermelha.

Estas emissões podem ser detectadas por espectrofotômetro de espectroscopia vibracional. Uma molécula apresenta um momento dipolar que é igual ao produto da carga pela distância em unidades apropriadas ($\mu=q.l$) entre seus átomos em ligação quando há uma diferença nas eletronegatividades dos participantes da ligação ou assimetrias na molécula. Observe:

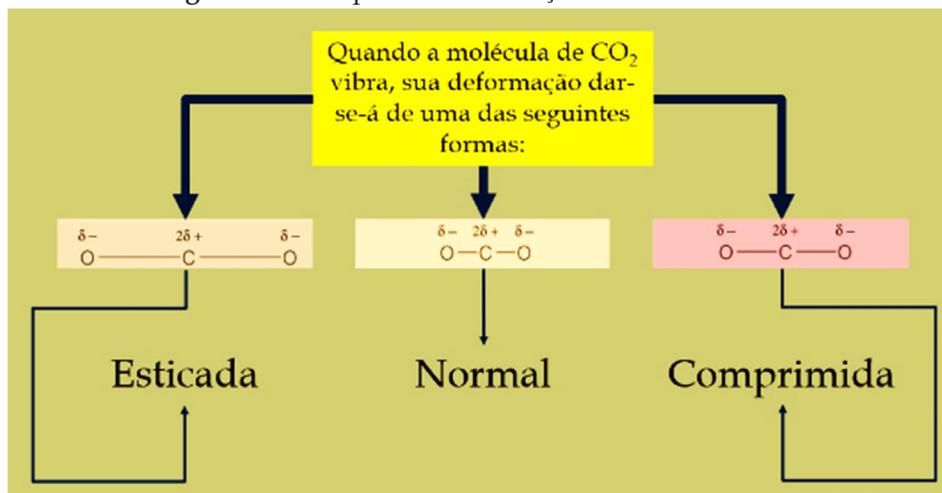
Figura 8 - Cargas se deslocando mais em direção ao átomo mais eletronegativo.



Fonte: Arquivo particular. Disponível no site josepinheiro.quimicanamao em: <<https://www.youtube.com/channel/UCHgzOAED004NPbx5jgKWeVA>>.

Se a molécula de CO_2 vibrar no modo conhecido como deformação axial simétrica, ou seja, no mesmo eixo e sempre com efeitos contrários idênticos como se dois gêmeos perfeitamente iguais puxassem uma corda, essa ligação química poderia alternadamente ser esticada e comprimida, com o comprimento de ambas as ligações C–O mudando simultaneamente e simetricamente não apresentando momento de dipolo resultante diferente de zero (0), o que inativaria a molécula à radiação infravermelha. Atente para a ilustração:

Figura 9 - Exemplos de deformações axiais simétricas.

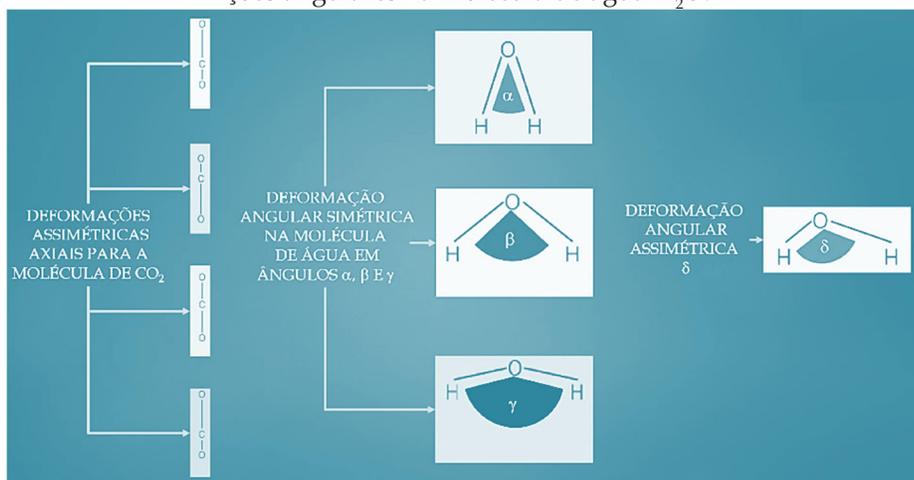


Fonte: Arquivo particular. Disponível no site josepinheiro.quimicanamao em: <
<https://www.youtube.com/channel/UChgzOAED004NPbx5jgKWeVA>>.

Porém, se a molécula de CO₂ apresentar o tipo conhecido na espectroscopia como deformação axial assimétrica, essas deformações serão responsáveis pela absorção de radiação infravermelha. Essa deformação do CO₂ ocorre na faixa em torno de 4,25 μm e para a molécula de água, as deformações axiais simétrica e assimétrica são responsáveis pela absorção dessa molécula na região em torno de 2,7 μm.

Um tipo de deformação muito comum que também ocorre em moléculas é a deformação angular. Para o CO₂ ocorre na faixa em torno de 15 μm. Já para a molécula de água ocorrem deformações axiais simétricas e assimétricas responsáveis por uma absorção em torno de 2,7 μm e a inerente à deformação angular é responsável por uma absorção em torno de 6 μm.

Figura 10 - Exemplos de deformações axiais assimétricas para o CO_2 e deformações angulares na molécula de água H_2O .



Fonte: Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/rbef/a/ggtW67HmNkyy8zGR-JXPyvpP/?format=pdf&lang=pt>>.

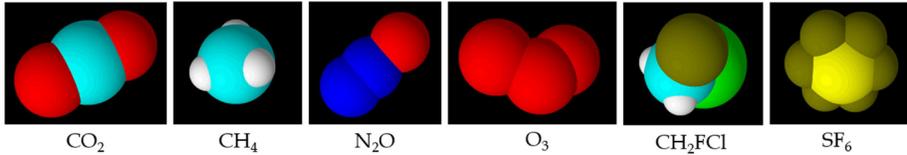
2.4 O efeito e os gases que mais contribuem para o Estufa

De forma bastante singela, pois, um dos objetivos deste artigo é o de apresentar de maneira aplicada o fenômeno da absorção de radiação Infra Vermelha através da modelagem física de um fenômeno aparentemente simples, o do estiramento ou alongação de um sistema mecânico composto por uma mola ou molas aplicadas em moléculas, tem-se que a atmosfera funciona como um cobertor, retendo sob ela uma parte do calor liberado por um corpo e, desta forma aumentando a temperatura.

Esse fenômeno tem preocupado bastante cientistas ambientais quando gases que até então eram para serem encontrados na atmosfera como traços e dentre eles, o dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), ozônio (O_3), clofluorcarbonetos (CFCs), Hidroclorofluorcarbonetos (HCFCs) e hexafluoreto de enxofre (SF_6) (observe as figuras) passam a aumentar suas concentrações principalmente por ação antropogênica e acentuada sobretudo após a Revolução Indus-

trial (KUMP e POLLARD, p. 195, 2008), o que leva a aumentar de forma intensa a radiação Infra Vermelha (IR ou IV) Térmica presente no ar, colocando desta forma mais camadas de cobertor na atmosfera e intensificando, desta feita, a temperatura média do planeta que deve estar em torno de 15°C.

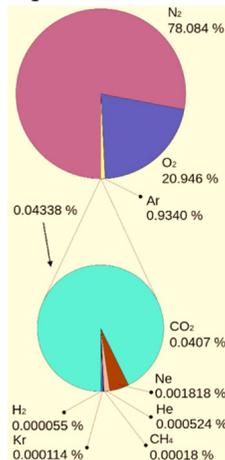
Figura 11 – Moléculas intensificadoras do efeito estufa.



Fonte: Arquivo particular.

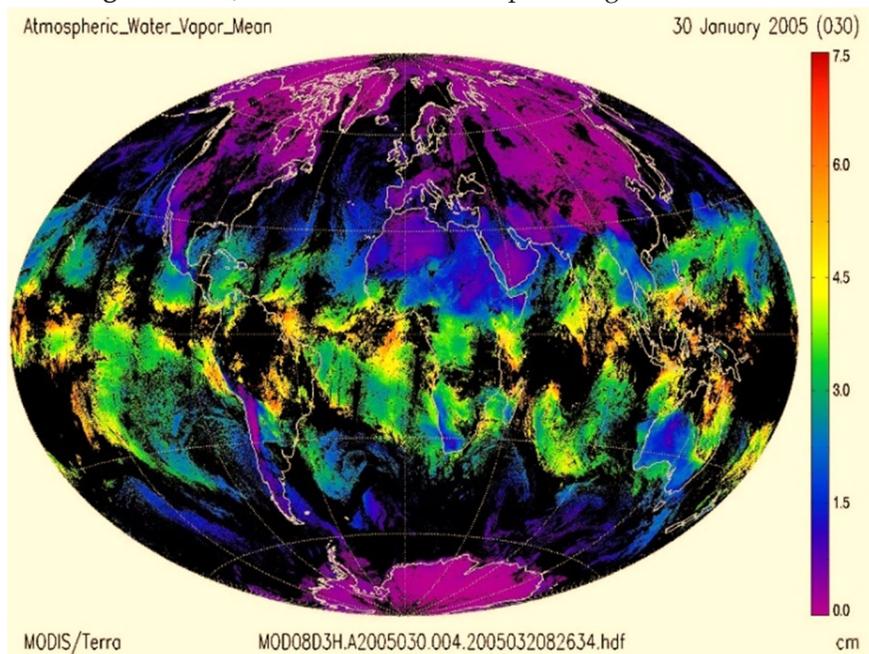
Apesar da atmosfera ser em sua maioria composta por N₂, O₂ e Ar, estes gases são incapazes de absorver na faixa de radiação da luz infra vermelha e no passado, o vapor d'água (H₂O_(v)) era responsável por cerca de dois terços desse efeito de aquecimento global e o gás dióxido de carbono, (CO_{2(g)}) responsável por um quarto da absorção (Baird, 2011, p. 233).

Figura 12 – A composição da atmosfera terrestre. O gráfico inferior representa os gases traços que juntos representam 0,039% da atmosfera. Valores normalizados para ilustração



Fonte: Disponível em: < https://pt.wikipedia.org/wiki/Atmosfera_da_Terra#:~:text=A%20atmosfera%20terrestre%20%C3%A9%20composta,%C3%B3xido%20nitroso%20e%20o%20oz%C3%B4nio. >. Acesso em: 19 nov. 2022.

Figura 13 – Quantidade média de vapor de água na atmosfera.



Fonte: Disponível em: < https://pt.wikipedia.org/wiki/Atmosfera_da_Terra#:~:text=A%20atmosfera%20terrestre%20%C3%A9%20composta,%C3%B3xido%20nitroso%20e%20o%20oz%C3%B4nio. >. Acesso em: 19 nov. 2022.

2.5 As consequências da elevação de temperatura média do planeta Terra

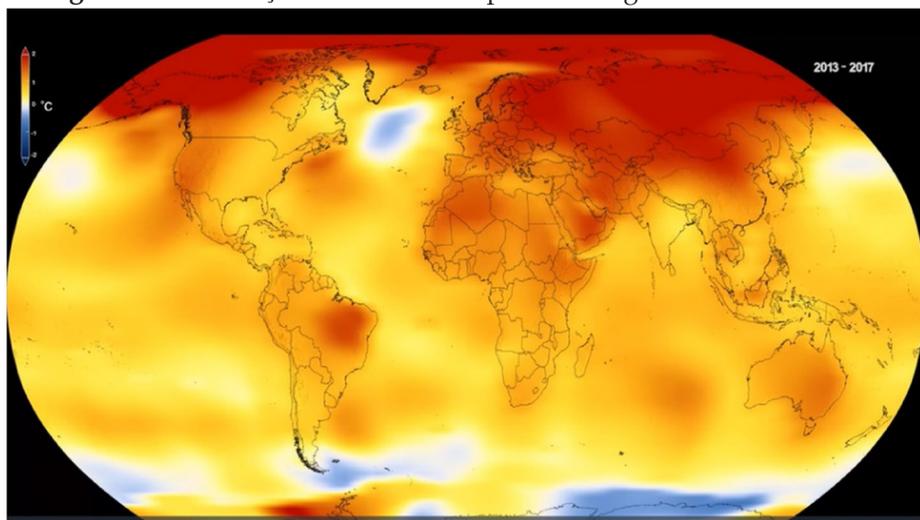
Dentre as muitas consequências inerentes ao aquecimento global, provocado pelo aumento de gases estufa, tem-se:

- 1) Ocasiona a elevação do nível do mar e, portanto, provocando mudanças nas correntes marinhas e na composição química da água, levando à acidificação, dessalinização e desoxigenação o que interfere no ritmo das estações e nos ciclos da água, do carbono, do nitrogênio e outros compostos.
- 2) Acelera o degelo das calotas polares, do solo congelado das regiões frias (permafrost) e dos glaciares de montanha, alterando ecossistemas e diminuindo a disponibilidade de água potável.
- 3) Altera o regime de chuvas e o padrão dos ventos, intensificando a desertificação das regiões florestadas tropicais sendo que no Brasil, por exemplo, a floresta Amazônica em algumas regiões mais parece uma savana.

- 4) Intensifica enchentes e secas mais graves e frequentes, e tendem a aumentar a frequência e a intensidade de tempestades e outros eventos climáticos extremos, como as ondas de calor e de frio.
- 5) Produz mudanças acentuadas nos sistemas biológicos, químicos e físicos do planeta sendo algumas destas irreversíveis, e provoca uma grande redistribuição geográfica da biodiversidade, o declínio populacional de grande número de espécies, modificando e destruindo ecossistemas em larga escala, gerando problemas sérios para a produção de alimentos, o suprimento de água e a produção de bens diversos para a humanidade, benefícios que dependem da estabilidade do clima e da integridade da biodiversidade.

Nas próximas ilustrações, pode-se observar o aquecimento global a nível planetário assim como o degelo do ártico entre 1979 e 2010, sendo ambas constituintes de animações livres de domínio público na Wikipedia oriundas da NASA.

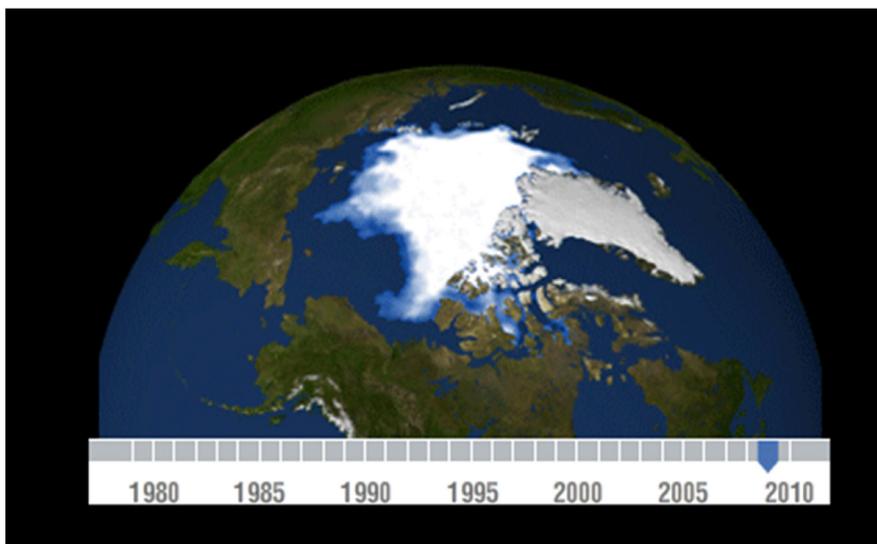
Figura 14 - Animação mostrando o aquecimento global de 1880 até 2017.



Fonte: Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=xlrFFiSROmg> > e < https://svs.gsfc.nasa.gov/vis/a000000/a004600/a004609/gistemp2017_celsius_4k_2160p30.mp4 >. Acesso em: 19 nov. 2022.

Figura 15 - O declínio do gelo flutuante do Ártico é um dos sinais mais evidentes

do aquecimento global. A animação mostra a redução entre 1979 e 2010 (NASA/Goddard).



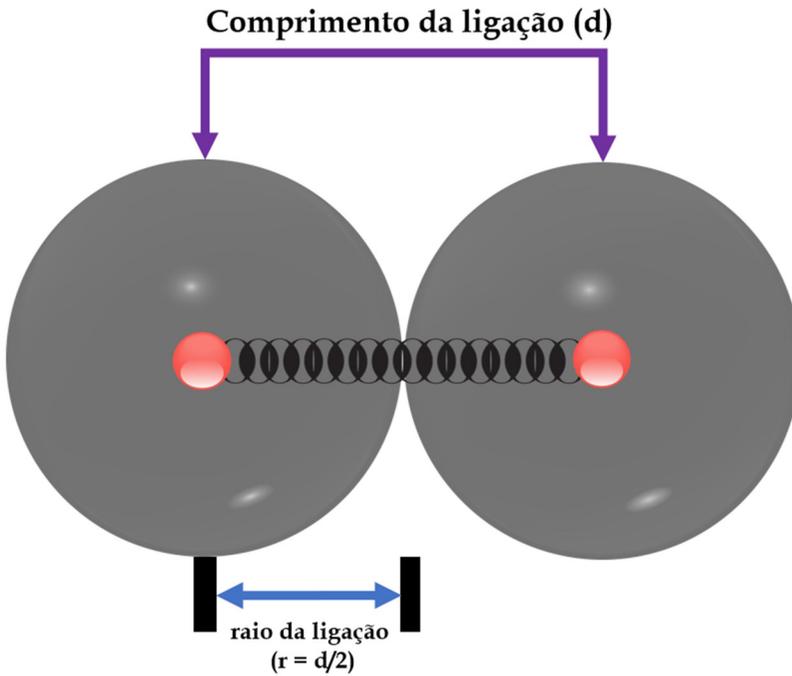
Fonte: Disponível em: < <https://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA14385>>. Acesso em: 19 nov. 2022.

2.6 Agora fazendo uma nova aplicação da Lei de Hooke: O Cálculo do comprimento e a dureza de uma Interação Metálica Interatômica (“Ligação Metálica”)

1º Passo: Iniciaremos com a determinação do comprimento da ligação interatômica entre átomos de uma amostra de cobre (Cu). Para o bom entendimento de nossa modelagem, vamos definir o comprimento de uma ligação interatômica, como a distância (d) entre os centros dos átomos como ilustrado abaixo, sendo que esta distância é igual ao dobro do raio ($2.r$) do átomo a ser analisado, que em nosso caso é o de cobre (Cu). Também trabalharemos com o conceito de nuvens eletrônicas considerando os átomos como esferas geradas por essas nuvens de elétrons.

Figura 16 – Ilustração do modelo de nuvem em formato de esfera e dos compri-

mentos de ligação (d) e raio de ligação (r).



Fonte: Arquivo particular.

Nossos dados experimentais extraídos para o cobre nos indicam uma densidade igual a $8,96 \text{ g/cm}^3$ ou 8960 kg/m^3 (ADVANCED CHEMISTRY DEVELOPMENT, INC., 2015) e a Constante de Avogadro (N_A) é até os dias atuais aproximadamente igual a $6,02214076 \times 10^{23} / \text{mol}$ (NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY (NIST), 2022). Logo, tem-se para a massa contida em 1 g do material o valor:

$$d = \frac{m(\text{kg})}{V(\text{m}^3)} \quad (02)$$

$$8960 = \frac{m(\text{kg})}{1}$$

$$m(\text{g}) = 8960 \text{ quilogramas de cobre (Cu)}$$

Onde, se utilizando do valor da massa de 1 mol de cobre (ADVANCED CHEMISTRY DEVELOPMENT, INC., 2015) de 63,546 g/mol que igual a 0,063546 kg, calcularemos o número de átomos de cobre nessa amostra de 8960 kg em 1 m³ de volume aplicando a regra de três simples:

$$\begin{array}{ccc}
 0,063546 \text{ quilogramas de cobre} & \times & 6,02214076 \times 10^{23} \text{ átomos de cobre} \\
 & & \swarrow \searrow \\
 8960 \text{ quilogramas} & & N_{\text{átomos}}
 \end{array}$$

$$N_{\text{átomos}} = \frac{8960 \cdot 6,02214076 \times 10^{23}}{0,063546}$$

$$N_{\text{átomos}} = 8,491231739 \times 10^{28} \text{ átomos}$$

Este valor, corresponde ao número de átomos em 1 metro cúbico de volume e, lembrando da geometria espacial que um volume de 1 m³ é igual ao comprimento da aresta ao cubo, ou seja 1 x 1 x 1 = 1³ m³, e para se calcular o comprimento da aresta (A), basta se extrair a raiz cúbica do volume V, ou seja, $A = \sqrt[3]{V}$, vamos calcular o número de átomos em uma aresta desse volume e que será:

$$N_{\text{átomos na aresta}} = \sqrt[3]{8,491231739 \times 10^{28}} \text{ átomos}$$

$$N_{\text{átomos na aresta}} = 4,395317287 \times 10^9 \text{ átomos}$$

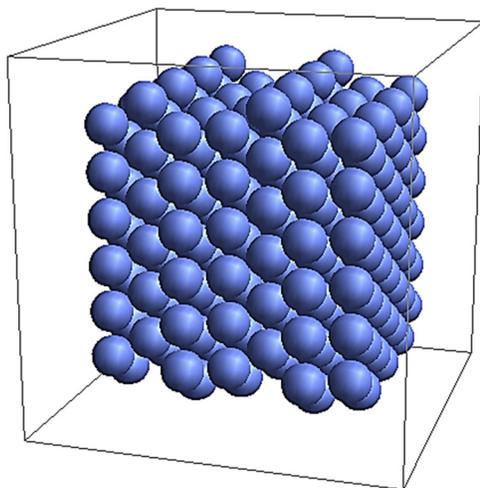
Como a aresta tem 1 m de comprimento, basta agora dividir este comprimento por 4,395317287 x 10⁹ átomos. Essa divisão levará ao comprimento de ligação (d).

$$d_{\text{entre átomos}} = \frac{1 \text{ m}}{4,395317287 \times 10^9 \text{ átomos}}$$

$$d_{\text{entre átomos}} = 2,275148606 \times 10^{-10} \text{ m}$$

2º Passo: Como cada átomo de cobre, apesar de suas proximidades com uma esfera, quando observados em um macro cristal, apresentam um comportamento cúbico, o que, podemos imaginar cada átomo como um cubo de aresta **d**. Observe a figura:

Figura 17 - Cristal de cobre em visualização macro parece um cubo.



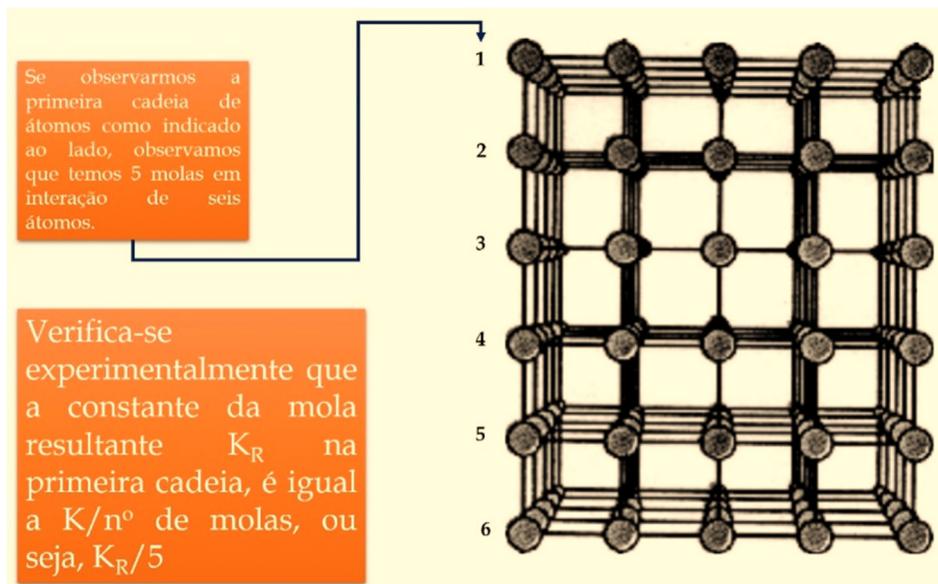
Fonte: Crocodile Chemistry 605. Disponível em: < <http://www.crocodile-clips.com/>>.

Portanto, nosso modelo de esferas pode ser substituído com boa aproximação para um modelo de átomos cúbicos, onde, a área FRONTAL de um átomo em m^2 , é:

$$\text{ÁREA FRONTAL de um átomo} = (2,275148606 \times 10^{-10} \text{ m})^2 = 5,17630118 \times 10^{-20} \text{ m}^2$$

3º Passo: Agora, observemos o dado experimental em que um fio de 2 m de comprimento e de aspecto quadrado de cobre, em que cada aresta da seção transversal tem 1 mm de comprimento e que tensiona uma massa de 10 kg na ponta do fio, onde medidas acuradas mostram que o fio sofre uma dilatação linear de 1,51 mm tem uma constante Elástica e neste caso denominada de dureza do fio $K_{\text{fio}} \cong 6,49 \times 10^4 \text{ N/m}$.

Figura 18 – Ilustração de fio quadrado na seção transversal em modelo de molas.



Fonte: Arquivo particular.

Logo, para o número de cadeias na seção transversal teremos:

$$N_{\text{cadeias}} = \frac{\text{Área do fio}}{\text{Área de 1 átomo}}$$

$$N_{\text{cadeias}} = \frac{(1 \text{ mm} = 0,001 \text{ m})^2}{2,275148606 \times 10^{-10} \text{ m}}$$

$$N_{\text{cadeias}} = 1,931881406 \times 10^{13} \text{ cadeias}$$

E o número de ligações interatômicas ao longo de uma cadeia atômica, paralela ao comprimento do fio, termos:

$$N_{\text{ligações em 1 cadeia}} = \frac{\text{Comprimento do fio}}{d}$$

$$N_{\text{cadeias}} = \frac{2 \text{ m}}{2,275148606 \times 10^{-10} \text{ m}}$$

$$N_{\text{cadeias}} = 8,790634575 \times 10^9 \text{ ligações}$$

Onde, por fim, poderemos calcular a constante elástica da mola ou ligação da seguinte maneira:

$$K_{\text{fio}} = \frac{K_{\text{ligação}}}{N_{\text{de ligações em 1 cadeia}}} \times N_{\text{cadeias}}$$

$$K_{\text{ligação}} = \frac{6,49 \cdot 10^4 \text{ N/m} \cdot 8,790634575 \cdot 10^9 \text{ ligações}}{1,931881406 \times 10^{13} \text{ cadeias}}$$

$$K_{\text{ligação}} = 29.5314289 \text{ N/m}$$

Que leva a uma força de ligação igual a:

$$F = 29.5314289 \text{ N/m} \cdot 2,275148606 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$F = 6,71883893 \times 10^{-9} \text{ N}$$

3 METODOLOGIA

A estratégia metodológica se deu de forma qualitativa com perguntas abertas e fechadas em que os estudos qualitativos tornam a teoria o objetivo principal e constitui um processo indutivo de reflexão começando nos dados e conhecimentos abordados (CRESWELL; CRESWELL, 2021, posição 2319-2320), pois se trata de uma ação com foco em questões investigativas relacionadas a metodologia e à compreensão e contextualização dos assuntos analisados com posterior aplicação na resolução de situações problemas pelos alunos e sua observação. A pesquisa se deu em duas etapas, sendo a primeira envolvendo o planejamento, a diagnose da turma e aplicação dos facilitadores do ensino e aprendizagem disponibilizados em PDF e no link < <https://www.youtube.com/channel/UCHgzOAED004NPbx5j-gKWeVA>>. Já na segunda etapa, houve o encontro físico com a realização de uma única aula de dois horários de 50 min cada, totalizando 100 minutos de tempo corrido em que os estudantes dialogaram com os temas abordados e tiraram suas dúvidas com respeito às considerações sobre o tema e responderam a perguntas diretas abertas e fechadas em uma aula formal. Um dos contextos utilizados foram a glaciação do nosso planeta em diferentes eras, os combustíveis fósseis e o filme *The Day After Tomorrow* (prt/bra: *O Dia Depois de Amanhã*), que é um filme estadunidense de 2004, do gênero ação, aventura e ficção científica pós-apocalíptico, dirigido por Roland Emmerich e estrelado por Dennis Quaid, Jake Gyllenhaal, Emmy Rossum e Ian Holm. Este filme retrata os efeitos catastróficos do aquecimento global e do esfriamento global. Os dados coletados foram analisados buscando-se uma frequência de ocorrência de determinados termos, construções e falsas concepções científicas sobre o efeito estufa principalmente, e ligações químicas observados nas respostas dos aprendizes, o que possibilitou identificar percepções dos sujeitos, a viabilidade do material

facilitador e os rápidos diálogos no que tange as respostas coerentes com a linguagem e percepção científica e físico-química.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A desconstrução de pseudo concepções científicas sobre temas que acabam se tornado paradigmáticos devido aos enfoques tradicionais abordados durante aulas padronizadas no modelo tradicional que enfoca o ato de decorar, principalmente quando se “fala” sobre um determinado tema sem a reflexão científica, vivência e contextualização com interdisciplinaridade, leva à ação de descoberta ou redescoberta. No relato da turma quando da diagnose, para a sua totalidade de aprendizes, nunca perpassou o fato de que, por exemplo, após um grande aquecimento pode se dar um grande resfriamento. Este fato foi explicado em pormenores, ou seja, o surgimento de uma nova era glacial após um grande aquecimento citando e como citado anteriormente o filme filme *The Day After Tomorrow* (prt/bra: *O Dia Depois de Amanhã*), constitui um grande subsunçor a este aprendizado, porém, a explicação através do modelo de Hooke de molas desmistificou as ideias simplistas sobre ligações químicas e apresentou um novo enlace cognitivo, o de absorção da radiação luminosa para estes aprendizes, fato que possivelmente somente seria tratado em cursos superiores mais próprios a esses conhecimentos e tratamentos matemáticos mais complexos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pela observação direta em diálogos e a partir das respostas pós aplicação dos facilitadores concluiu-se que a metodologia foi de grande valia para o desenvolvimento cognitivo dos aprendizes e para a própria construção da práxis do docente envolvido. Dois fatos chamaram a atenção do pesquisador, principalmente pelo fato de que em

alguns encontros na qual os aprendizes participaram não havia uma descrição em detalhes sobre estes temas, o que leva a demonstrar que os mesmos, a partir do momento em que redescobriram o assunto, passaram a serem mais críticos e também suscitou uma reflexão sobre a formação inicial e continuada docente que em muitas situações são advindas de um modelo tecnicista de educação. Segundo Gadotti (2000:8), “sobre o assunto afirma que seja qual for à perspectiva que a educação contemporânea tomar, uma educação voltada para o futuro será sempre uma educação contestadora, superadora dos limites impostos pelo Estado e pelo mercado, portanto, uma educação muito mais voltada para a transformação social do que para a transmissão cultural”, e sobre isto corroboro a necessidade de uma educação científica com ênfase no letramento científico, libertadora, criativa e para a autonomia do indivíduo.

REFERENCIAIS BIBLIOGRÁFICOS

ACD/Labs/3D Viewer (Freeware). Versão 2.5: Advanced Chemistry Development, Inc., 2015. Disponível em: <<https://www.acdlabs.com/products/chemsketch/>>. Acesso em: 15 nov. 2022.

BARDIN, L. Análise de conteúdo. Lisboa: Edições, 70. 1977.

BAIRD, Colin; CANN, Michael. Química ambiental. 4. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

CONTEÚDO aberto. In: WIKIPÉDIA: a enciclopédia livre. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Conte%C3%BAdo_aberto. Acesso em: 19 nov. 2022.

CRESWELL, John W.; CRESWELL, J. David. Projeto de pesquisa: Métodos qualitativo, quantitativo e misto. Porto Alegre: Penso, 2021. Livro eletrônico. 6735 posições.

ENGE, H. Introduction to Nuclear Physics. London, UK: Addison-Wesley. 1975.

FELTRE, Ricardo. Química Vol. 2 - Físico Química. São Paulo - SP: Moderna Ltda. 1995.

GADOTTI, M. Perspectivas atuais da educação. Porto Alegre: Ed. Artes Médicas, 2000.

GLASHOW, S.L. «Partial-symmetries of weak interactions». Nuclear Physics. 22: 579-588. doi:10.1016/0029-5582(61)90469-2. Acesso em: 15 nov. 2022.

GOMES, A. S. A.; ALMEIDA, A. C. P. C. Letramento científico e consciência metacognitiva de grupos de professores em formação inicial e continuada: um estudo exploratório. Amazônia Revista de Educação em Ciências e Matemática, 12(24), 53-73. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/download/3442/3738>>. Acesso em: 25 nov. 2022.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de Física v. 1 (10ª ed). Rio de Janeiro, RJ: LTC - Livros Técnicos e Científicos. 2016.

_____. Fundamentos de Física v. 3 (10ª ed). Rio de Janeiro, RJ: LTC - Livros Técnicos e Científicos. 2016.

JÚNIOR, Evandro Melo. Física Para Vestibulares - Curso Completo. 1. ed. Belo Horizonte: Editora Lê, 1987.

JÚNIOR, J.P.C.; COSTA, R.B. Dialogando com ácidos e óxidos através de problemáticas ambientais em sala de aula invertida no ensino remoto. Compartilhamento de experiências e práticas na produção de layouts em apresentações, edição de áudio, fragmentação de vídeos para aplicativos, vídeo aulas, simulações em softwares livres e comerciais para aplicação em sala de aula invertida (Flipped Classroom) / José Pinheiro da Costa Júnior (Organizador). – Belém: RFB, 2022. Dis-

ponível em: < <https://www.rfbeditora.comebooks-2022ebook-30> >. Acesso em: 25 nov. 2022.

KUMP, L.R.; POLLARD D. Science 320, 5873 (2008).

MICROSOFT OFFICE 2016. Versão estável 1804 (16.0.9226.2156) (15 de maio de 2018) Trialware: Microsoft Corporation, 2018. Disponível em: < <https://www.office.com/>>. Acesso em: 15 nov. 2022.

NASA/Goddard. 2011. Disponível em: <<https://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA14385>>. Acesso em: 19 nov. 2022.

NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY (NIST). Disponível em: < https://physics.nist.gov/cgi-bin/cuu/Value?na|search_for=adopted_in!>. Acesso em: 25 nov. 2022.

OLIVEIRA, Rilavia Almeida de; SILVA, Ana Paula Bispo da (dezembro de 2014). “William Herschel, os raios invisíveis e as primeiras ideias sobre radiação infravermelha”. Revista Brasileira de Ensino de Física. ISSN 1806-1117. doi:10.1590/S1806-11172014000400022. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/rbef/a/ggtW67HmNkyy8zGR-JXPvvpP/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 16 nov. 2022.

ROBORTELLA, José Luís Campos; FILHO, Avelino Alves Filho; OLIVEIRA, Edson Ferreira de. Física: Cinemática, volume 2, Ensino Médio. 7. ed. São Paulo: Editora Ática, 1992.

ÍNDICE REMISSIVO

- A
- Abaetetuba 13, 15, 16, 17, 41, 45, 60, 63, 64, 65
- Aplicação 16, 18, 21, 24, 28, 34, 37, 42, 45, 47, 49, 54, 55, 56, 60, 64, 70, 71, 79, 85, 86, 88
- Aprendizagem 16, 19, 20, 34, 36, 37, 42, 45, 46, 47, 48, 49, 59, 60, 61, 67, 85
- Aprendizes 13, 16, 21, 37, 42, 44, 45, 48, 49, 50, 55, 56, 59, 64, 66, 67, 85, 86, 87
- Arquivo 23, 24, 25, 26, 27, 55, 56, 73, 74, 76, 80, 83
- Átomos 17, 31, 68, 72, 73, 79, 81, 82
- Aula 13, 16, 19, 20, 36, 37, 42, 45, 47, 54, 55, 56, 59, 60, 61, 64, 67, 85, 88
- C
- Campus 13, 15, 16, 17, 41, 45, 60, 63, 64, 65
- D
- Disponível 35, 36, 38, 39, 57, 58, 60, 61, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 82, 87, 88, 89
- E
- Educação 15, 37, 38, 41, 45, 63, 88
- Ensino 16, 19, 20, 21, 34, 36, 37, 40, 42, 45, 46, 48, 59, 61, 66, 67, 85, 88
- I
- Ifpa 13, 15, 16, 17, 41, 45, 60, 63, 64, 65
- M
- Metodologia 16, 18, 35, 36, 45, 46, 55, 57, 59, 64, 67, 85, 86
- P
- Professor 13, 19, 42, 43, 49, 66
- Q
- Química 13, 15, 16, 22, 23, 24, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 45, 60, 63, 67, 87, 88
- S
- Simulações 42, 44, 45, 46, 50, 51, 59, 60, 64, 88

Prof. Me. José Pinheiro da Costa Júnior
(Org.)

PROJETO

“Compartilhamento de experiências e práticas na produção de layouts em apresentações, edição de áudio, fragmentação de vídeos para aplicativos, vídeo aulas, simulações em softwares livres e comerciais para aplicação em Química, Física e Matemática na modalidade sala de aula invertida (FLIPPED CLASSROOM)”

RFB Editora

Home Page: www.rfbeditora.com

Email: adm@rfbeditora.com

WhatsApp: 91 98885-7730

CNPJ: 39.242.488/0001-07

Av. Governador José Malcher, nº 153, Sala 12,
Nazaré, Belém-PA, CEP 66035065

