



**Universidade de Brasília (UnB)
Curso de Especialização em Ensino de Ciências
(Ciência é 10!)**

**FUGA CIENTÍFICA: UMA PROPOSTA DE ENSINO
SOBRE ESTRUTURA ATÔMICA**

BRUNO CÉZAR ALVES DA COSTA

**Orientadora: Prof^a. Dr^a. JULIANA ALVES DE
ARAÚJO BOTTECHIA**

**Brasília-DF
2021**

BRUNO CÉZAR ALVES DA COSTA

**FUGA CIENTÍFICA: UMA PROPOSTA DE ENSINO SOBRE ESTRUTURA
ATÔMICA**

Monografia submetida ao curso de pós-graduação *lato sensu* (especialização) em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do certificado de conclusão.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. JULIANA ALVES
DE ARAÚJO BOTTECHIA

**Brasília-DF
2021**

CIP – Catalogação Internacional da Publicação

CC837f Costa, Bruno César Alves da
FUGA CIENTÍFICA: UMA PROPOSTA DE ENSINO SOBRE ESTRUTURA
ATÔMICA / Bruno César Alves da Costa; orientador Juliana
Alves de Araújo Bottechia. -- Brasília, 2021.
38 p.

Monografia (Especialização - Curso de pós-graduação lato
sensu (especialização) em Ensino de Ciências) --
Universidade de Brasília, 2021.

1. Ensino de Ciência por Investigação. 2. Aprendizagem
Baseada em Jogos. 3. Escape Room. 4. Estrutura Atômica. I.
Bottechia, Juliana Alves de Araújo, orient. II. Título.



FUGA CIENTÍFICA: UMA PROPOSTA DE ENSINO SOBRE ESTRUTURA ATÔMICA
SCIENTIFIC ESCAPE: A TEACHING PROPOSAL ON ATOMIC STRUCTURE

Bruno César Alves da Costa

Monografia submetida como requisito parcial para obtenção do certificado de conclusão do curso de especialização em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília, em 13 de novembro, apresentada e aprovada pela banca examinadora abaixo assinada:

Prof^a. Dr^a. Juliana Alves De Araújo Bottechia, UnB
Orientadora

Prof. Dr. Mauro Eloi Nappo, UnB
Membro Convidado

Prof. Me. Any Caroline Ferreira, UEL
Membro Convidado EXTERNO

Dedico este trabalho àqueles que aprenderam a “nunca desistir. Nem ganhar, nem perder mas procurar evoluir”.

Charlie Brown Jr.

AGRADECIMENTOS

O objetivo principal ao participar de um jogo é vencer. No entanto, nem sempre a gente ganha. Muitas vezes não entendemos direito as regras, ou nossa estratégia não é eficaz, mas fica o aprendizado e é importante lidar e refletir com as perdas. O curso de especialização em ensino de ciências- Ciência é 10, não foi diferente. Encarei como um jogo, um dos mais difíceis que me envolvi kkkkk. Não foi fácil, pensei em desistir em muitos momentos. Porém, não joguei sozinho as partidas, tive pessoas especiais ao meu lado. Sou extremamente grato.

A primeira pessoa do meu time que eu gostaria de agradecer é a Maria da Conceição, minha mãe. Obrigado por me escutar, pelos conselhos e por ter me dado a vida. Sei de todo o seu esforço e luta para dá o melhor para os seus filhos. Se hoje cheguei na pós-graduação é graças a você. Te amo, Mainha.

Gostaria de agradecer também a todos e todas da minha família, em especial as minhas irmãs, Eduarda e Christiane. São exemplos de força, determinação e dignidade. Valeu manas!

Aos meus irmãos de alma e de outras vidas, Maurício e William. Obrigado, por tudo e por me lembrarem sempre, de quem eu sou. Os melhores companheiros de equipe, com certeza.

No meu time também tem jogadores e jogadoras que eu admiro e tenho uma enorme gratidão. Tudo que eu sou hoje devo a cada um de vocês. Aprendi e continuo aprendendo cada dia com todos e todas: Débora, Lídia, Samuel, Elsilene, Leila, Haianne, Keifany, Sarah, Milena e Katiúscia. Obrigado por tanto!

Ao chegar no final desse jogo que é a pós-graduação, não poderia deixar de agradecer a minha amiga, Acácia. Todos os dias agradeço a Deus e ao universo por tê-la em minha vida. Durante essa trajetória, você esteve sempre ao meu lado. Não me deixou desistir e me ajudou em todos os momentos. Obrigado, amiga.

Gratidão é quando a alma agradece, e eu sou grato por ter sua amizade, lully. A gente tem uma ligação tão forte, acho que só pode ser de outras vidas. É minha alma gêmea. Somos best franons e dinamitamos sempre. Obrigado por ser luz, por me levantar nos períodos difíceis, por me aceitar e por ter me dado a oportunidade de compartilhar a vida contigo. Te amo, amiga.

Não posso deixar de agradecer a Juliana Caixeta. Não é só uma amiga, professora e colega de profissão. Você é uma mãezona. Eu digo sempre, a senhora salvou a minha vida e tem salvado todos os dias. Obrigado, Ju.

A professora, Juliana Bottechia que acreditou em mim e aceitou participar desse jogo, quer dizer, TCC. Estendeu sua mão e sempre esteve disponível. Obrigado por tudo professora!

“A experiência é o que nos passa, o que nos acontece, o que nos toca. Não o que se passa, não o que acontece, ou o que toca”.

Jorge Larrosa Bondía.

RESUMO

Essa proposta, desenvolvida na forma de *Escape Room*, articulada ao ensino de ciências por investigação teve como objetivo fazer com que os estudantes do ensino médio compreendessem conceitos básicos sobre a estrutura atômica. A metodologia utilizada foi a qualitativa, com delineamento de pesquisa participante e a proposta denominada FUGA CIENTÍFICA foi realizada em três etapas. Para a construção das informações da pesquisa, foram usadas diferentes técnicas: observação sistemática e narrativas, registradas em diário de campo, sobre cada etapa, além das produções dos alunos da ETAPA 3. Neste viés, o projeto ocorreu em um Centro Educacional do Distrito Federal. Participaram desta pesquisa quatro estudantes do Ensino Médio, uma professora de Educação Física e o professor de Ciências Naturais. Podemos inferir a partir das análises que o *Escape Room: FUGA CIENTÍFICA* mostrou-se uma estratégia de ensino efetiva, pois: 1. Possibilitou interação dos estudantes, estimulando experiências individuais, coletivas e sociais; 2. Aumentou o engajamento dos estudantes na mobilização de habilidades para resolução de problemas e 3. Compreensão de conteúdos curriculares utilizados, no caso desse estudo, sobre a estrutura atômica. Portanto, desenvolver o projeto FUGA CIENTÍFICA, articulado ao ensino de ciências por investigação torna a aprendizagem dos discentes mais divertida e permite que os estudantes se sintam motivados e interessados em participar do processo de construção do seu conhecimento científico.

Palavras-chave: Ensino de Ciências por Investigação. Aprendizagem Baseada em Jogos. *Escape Room*. Estrutura Atômica.

ABSTRACT

This proposal, developed in the form of an Escape Room, articulated with the teaching of science through investigation, aimed to make high school students understand basic concepts about the atomic structure. The methodology used was qualitative, with a participant research design, and the proposal called SCIENTIFIC ESCAPE was carried out in three stages. For the construction of research information, different techniques were used: systematic observation and narratives, recorded in a field diary, about each stage, in addition to the productions of students from STAGE 3. In this vein, the project took place at the Supernova Educational Center in Taguatinga, Federal District. Four high school students, a Physical Education teacher and a Natural Science teacher participated in this research. Therefore, developing the SCIENTIFIC ESCAPE project, articulated with the teaching of science through investigation, makes learning more fun for students and allows them to feel motivated and interested in participating in the process of building their scientific knowledge.

Keywords: Teaching Science by Investigation. Game Based Learning. Escape Room. Atomic Structure.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
1.1 ESTRUTURA ATÔMICA E ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO.....	12
1.2 APRENDIZAGEM BASEADA EM JOGOS.....	15
1.3 <i>ESCAPE ROOM</i>	16
2. METODOLOGIA	17
2.1 FUGA CIENTÍFICA	18
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
REFERÊNCIAS	29
APÊNDICE 1: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO- TCLE ..	31
APÊNDICE 2: ROTEIRO DO EXPERIMENTO: ESPECTROSCÓPIO CASEIRO	33
APÊNDICE 3- DESCRIÇÃO DO <i>ESCAPE ROOM</i>: FUGA CIENTÍFICA	34
APÊNDICE 4- <i>ESCAPE ROOM</i> CRIADO PELOS ESTUDANTES	36

INTRODUÇÃO

O tópico estrutura atômica é pouco abordado em sala de aula, pois são ainda escassas as possibilidades de experimentos nesta área. Dessa forma, os conteúdos de atomística são apresentados de forma apenas teórica e descontextualizada, contribuindo para o desinteresse dos alunos (BEZERRA; SANTOS, 2016; NERY; FERNANDEZ, 2004).

Neste viés, segundo Nery e Fernandez (2004, p. 1) “o tópico estrutura atômica é de difícil abordagem em sala de aula, por exigir um alto nível de abstração dos alunos” [...]. Além disso, outros fatores colaboram para o desinteresse dos estudantes, em relação aos modelos atômicos, principalmente o de Bohr: falta de contextualização do tema a partir de aspectos presentes no cotidiano do aluno e abordagem teórica do modelo atômico de Bohr sem que os estudantes estabeleçam relações entre os níveis macroscópico e microscópico (SILVA, 2013). (Situação problema).

Assim, é necessário que o professor busque meios que possibilitem que os estudantes entendam a nível macroscópico conceitos abstratos relacionados a estrutura atômica. Uma forma de abordar essa temática é com a utilização de jogos.

Neste sentido, a aprendizagem baseada em jogos pode ser uma estratégia didático-metodológico positiva para o ambiente escolar. Dessa forma, com o emprego de jogos, o processo de aquisição do conhecimento pelos estudantes se torna uma vivência mais divertida e pode despertar o interesse e a motivação dos mesmos pela ciência química (CLEOPHAS; CAVALCANTI, 2020). Certamente existem diversas formas de aplicar essa estratégia no ensino de química, no entanto, abordaremos nesse estudo os jogos de *Escape Room* (jogos de sala de fuga).

O *Escape Room*, na tradução literal, fuga da sala, consiste em um jogo no qual os participantes são desafiados a escapar de um ambiente onde se mantém fechados. Com isso, precisam desvendar enigmas e desafios para conseguirem atingir o objetivo.

Esse jogo pode ser incorporado nas práticas pedagógicas por várias razões: coloca os estudantes em ação e no planejamento e desenvolvimento do próprio *Escape Room* e qualquer conteúdo pode ser abordado a partir de enigmas, desafios ou instruções. Além disso, favorece o trabalho em equipe e a tomada de decisões na resolução dos problemas (MOURA, 2018).

Neste âmbito, dentro do *Escape Room*, o uso de atividades experimentais investigativas é de grande importância para a construção do conhecimento científico, pois melhora a compressão da relação teoria-experimento (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010).

Sendo assim, através de jogos de sala de fuga, os estudantes podem se interessar por conteúdos de química, uma vez que o *Escape Room* impulsiona os mesmos a desenvolverem habilidades motivacionais na resolução de desafios (CLEOPHAS; CAVALCANTI, 2020).

Portanto, essa proposta, desenvolvida na forma de *Escape Room*, articulada ao ensino de ciências por investigação teve como objetivo fazer com que os estudantes do ensino médio compreendessem conceitos básicos sobre a estrutura atômica.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 ESTRUTURA ATÔMICA E ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO

Durante muitos anos os conhecimentos foram pensados como produtos finais e transmitidos de maneira direta e expositiva pelos professores. No entanto, esse processo de transferência do conhecimento foi se modificando e podemos destacar dois fatores: 1. O aumento do conhecimento produzido, com isso, valorizou-se a qualidade e não mais a quantidade do conhecimento ensinado e 2. Os conhecimentos são construídos em nível individual e social (CARVALHO, 2020).

Contudo, especificamente dentro dos conteúdos sobre estrutura atômica na química, por exemplo, modelos atômicos, espectroscopia e fluorescência, são frequentemente abordados apenas de forma teórica e sem a possibilidade de criar um vínculo entre o conteúdo e a realidade do aluno (BEZERRA; SANTOS, 2016).

Por sua vez, as atividades experimentais são de suma relevância na promoção do conhecimento químico, porém ainda são escassas as possibilidades de experimentos na área da atomística. E essa dificuldade traz também uma problemática: o alto nível de abstração requerido que os alunos devem ter para entender conteúdos a nível subatômico (BEZERRA; SANTOS, 2016; SILVA, 2013; NERY; FERNANDEZ, 2004).

Nesse sentido, os fatores mencionados de abordagem dos conteúdos de Química de forma apenas teórica, abstrata e descontextualizada, contribuem para o desinteresse dos alunos (BEZERRA; SANTOS, 2016; NERY; FERNANDEZ, 2004).

Desse modo, o que se propõe no ensino, principalmente de CIÊNCIAS é a criação de um ambiente investigativo para que os professores possam mediar o processo de ampliação da cultura científica dos alunos (CARVALHO, 2020).

Assim, é necessário que o professor busque meios que possam estimular os discentes ao aprendizado de ciências. Nesse cenário, o ensino de ciências por investigação pode ser uma estratégia didática para despertar o interesse dos estudantes. Além disso, pode valorizar os conhecimentos prévios e a discussão das ideias próprias dos estudantes com colegas e professor e assim adquirir condições de passar do conhecimento espontâneo ao científico (CARVALHO, 2020).

Nesse cenário, as aulas de ciências devem proporcionar que os estudantes compreendam os conhecimentos científicos do seu cotidiano e que possam pensar, refletir e tomar decisões sobre as consequências que as ciências e as tecnologias podem implicar para sua vida, da sociedade e ambiente (SASSERON, 2020). Assim, de acordo com essas exposições, o objetivo do ensino de ciências é a alfabetização científica.

A alfabetização científica implica em fornecer condições para que os alunos possam tomar decisões para resolver problemas de sua vida e da sociedade, relacionados a conhecimentos da ciência (SASSERON, 2020).

Para alfabetizar cientificamente o professor deve ficar atento a 3 eixos estruturantes: 1. Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; 2. Compreensão das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática e 3. Entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente (SASSERON, 2020).

Seguindo esse caminho, neste estudo, assumimos a alfabetização científica sob a ótica do eixo 1 que diz sobre “a possibilidade de trabalhar com os alunos a construção de conhecimentos científicos necessários para que seja possível a eles aplicá-los em situações diversas e de modo apropriado em seu dia a dia” (SASSERON, 2020, p. 45).

No entanto, nos livros didáticos de química¹ os conteúdos, por exemplo, sobre estrutura atômica são abordados apenas para objetivar a memorização, como pode ser observado nas figuras 1 e 2 e não a possibilidade elencada no eixo 1 da alfabetização científica.

Para Sasseron (2020, p. 43) “uma investigação científica pode ocorrer de maneiras distintas”. Nesse viés, uma forma de conduzir o ensino de ciência por investigação pode ser por meio da aprendizagem baseada em jogos (em inglês *GBL-Game Based Learning*). Essa estratégia colabora para a melhoria do ensino e é um apoio à aprendizagem.

Figura 1. Abordagem de conteúdos sobre estrutura atômica nos livros didáticos

3 Estrutura atômica básica

O modelo atômico básico (ilustrado abaixo), suficiente para explicar os fenômenos químicos e físicos que estudaremos, considera o átomo dividido em duas regiões distintas denominadas núcleo e eletrosfera.

Nesse modelo, o núcleo, que é a região central do átomo, contém dois tipos de partículas, os prótons e os nêutrons; e a eletrosfera, que é a região periférica ao redor do núcleo, contém apenas os elétrons.

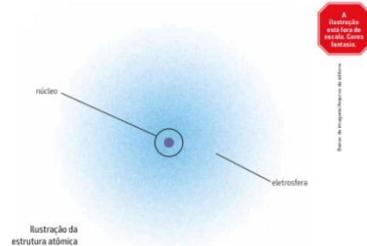


Ilustração da estrutura atômica básica

Características das partículas

As partículas do átomo – prótons, nêutrons e elétrons – possuem massas e cargas elétricas aproximadas, descritas a seguir:

Partículas fundamentais do átomo			
	Próton (p)	Nêutron (n)	Elétron (e ⁻)
Massa/kg	$1,673 \cdot 10^{-27}$	$1,675 \cdot 10^{-27}$	$9,110 \cdot 10^{-31}$
Massa/u (repouso)	1,00728	1,00866	$5,48579 \cdot 10^{-4}$
Massa relativa	1	~1	~0
Carga/C (coulomb)	$+1,602 \cdot 10^{-19}$	0	$-1,602 \cdot 10^{-19}$
Carga relativa (vec)	+1	0	-1

$1\text{ u} \approx 1,660566 \cdot 10^{-27}\text{ kg}$
 1 vec é a sigla que equivale a uma unidade elementar de carga elétrica.

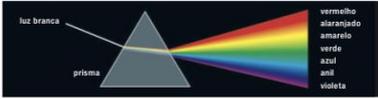
Para o estudo dos fenômenos químicos, é mais comum trabalharmos com os valores relativos de massa e carga elétrica. Esses valores foram estabelecidos tomando-se o próton como padrão.

Modelo básico do átomo e a lei periódica

Fonte: Livro didático do rodapé (REIS, 2016, p. 163).

¹ O modelo atômico básico, considera o átomo dividido em duas regiões distintas denominadas núcleo e eletrosfera (REIS, 2016, p. 163). As radiações emitidas pelos átomos podem ser detectadas por alguns instrumentos ópticos que separam a radiação, gerando um efeito semelhante ao do arco-íris – resultado da divisão da luz branca. Esses aparelhos são chamados espectrômetros e as cores obtidas para os átomos de cada elemento químico são denominadas linhas espectrais (SANTOS *et al*, 2016, p. 173).

Figura 2. Abordagem de conteúdos sobre estrutura atômica nos livros didáticos



luz branca
prisma
vermelho
alaranjado
amarelo
verde
azul
violeta

▲ A luz é uma combinação de ondas luminosas de diferentes frequências, que podem ser separadas por um prisma, obtendo-se as cores do arco-íris.

As radiações emitidas pelos átomos podem ser detectadas por alguns instrumentos ópticos que separam a radiação, gerando um efeito semelhante ao do arco-íris – resultado da divisão da luz branca. Esses aparelhos são chamados **espectrômetros** e as cores obtidas para os átomos de cada elemento químico são denominadas **linhas espectrais**.

Os espectros dos átomos começaram a ser estudados em 1859 pelos cientistas alemães Gustav Robert Kirchhoff [1824-1887] e Robert Wilhelm Bunsen [1811-1899] e foram de vital importância para o desenvolvimento da Química Analítica. O espectrômetro permite identificar precisamente a composição de substâncias e materiais sem destruí-los. Hoje, muitos exames clínicos na Medicina têm utilizado esses instrumentos.

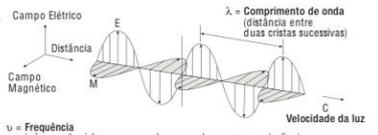
Por que diferentes átomos emitem diversos espectros luminosos? Essa pergunta começou a ser respondida com base nas pesquisas do físico dinamarquês Niels Henrik David Bohr [1885-1962]. Após estudar o espectro do átomo de hidrogênio, ele propôs um novo modelo atômico para explicar o fenômeno. Vejamos a seguir as principais ideias desenvolvidas por ele.

Espectro de átomos de hidrogênio (região visível)



▲ A decomposição da radiação emitida por átomos de hidrogênio produz um espectro de luz com cores bem definidas. Essas linhas espectrais são como a "impressão digital" dos átomos de hidrogênio.

Com os estudos do eletromagnetismo, sabe-se hoje, que a luz assim como várias outras radiações, como os raios X, são ondas eletromagnéticas. Uma onda eletromagnética corresponde a uma variação combinada de um campo elétrico e um campo magnético (veja figura abaixo). Essa variação ocorre por meio de vibrações, que se propagam na forma de uma onda, como as ondas que se propagam na superfície de um líquido.



▲ A propagação de uma radiação eletromagnética se dá pela variação do campo elétrico (E) e do campo magnético (M), e é caracterizada por comprimento de onda (λ) e frequência (ν).

As ondas eletromagnéticas variam por seu comprimento de onda e sua frequência (veja ilustração acima). Observe que quanto menor o comprimento de onda, maior será a frequência. Sabe-se ainda que quanto menor o comprimento de onda, maiores serão a frequência e a sua energia. O espectro a seguir ilustra os diferentes tipos de radiação.



▲ A festa de réveillon no Rio de Janeiro, embelezada quimicamente. Nos tradicionais fogos de artifício, são adicionadas substâncias cujos átomos emitem radiações de luminosidades diferentes.

173

Fonte: Livro didático do rodapé (SANTOS *et al*, 2016, p. 173).

1.2 APRENDIZAGEM BASEADA EM JOGOS

A aprendizagem baseada em jogos consiste na utilização dos jogos em um contexto educacional, e com isso, pode possibilitar que os alunos pensem, critiquem e trabalhem coletivamente nos desvendamentos do desafio (CLEOPHAS; CAVALCANTI, 2020; CALIXTO; GUIMARÃES; SANTOS, 2020).

Os jogos são estratégias de grande valia, pois promovem o desenvolvimento de habilidades cognitivas e estimulam os saberes dos alunos. Para tanto, o professor deve planejar dinâmicas com objetivos claros, caso contrário, o jogo perde toda a sua capacidade, ou seja, a prática pedagógica não será significativa (CALIXTO; GUIMARÃES; SANTOS, 2020).

Os jogos educativos possuem diversas vantagens para a aprendizagem: Torna as aulas mais dinâmicas e divertidas, possibilita aos estudantes aprenderem de diferentes formas e aumenta o engajamento dos alunos em sala de aula. (CALIXTO;

GUIMARÃES; SANTOS, 2020; MOURA, 2018). Além do mais, favorece a socialização, cooperação e competitividade.

Nesse sentido, é notório que existem diferentes formas de aplicar essa estratégia no ensino de Química, no entanto, esse estudo será focado nos jogos de sala de fuga (*Escape Room*).

1.3 ESCAPE ROOM

Nos últimos tempos o *Escape Room* tem sido incorporado como uma estratégia educacional no ambiente escolar. Uma característica interessante desse tipo de jogo é a interação social entre os participantes para desvendar os mistérios apresentados.

De acordo com Nicholson (2015), esse tipo de prática é interessante para ser abordada em sala de aula por combinar uma atividade investigativa e interpretativa sobre um determinado conteúdo.

Seguindo esse caminho, as salas de fuga são pouco utilizadas no ensino de química, porém podem ser uma ferramenta inovadora, para engajar os estudantes e despertar o interesse deles em diversos temas e conteúdos químicos (CLEOPHAS; CAVALCANTI, 2020).

Assim “com o *Escape Room* se abre uma nova oportunidade de repaginação sobre as formas como os conteúdos presentes nos currículos podem ser apresentados” (CLEOPHAS; CAVALCANTI, 2020, p. 47).

Essa prática deixa a aprendizagem dos discentes mais divertida e os motiva e podemos destacar algumas causas para o uso e implementação dos *Escapes Room*: Colaboração, trabalho em equipe, resolução de problemas e desafios e essa estratégia pode ser utilizada para abordagem de qualquer conteúdo dentro ou até mesmo fora de sala de aula (MOURA, 2018).

No *Escape Room* os participantes entram em uma sala e somente podem sair após decifrar alguns enigmas em um tempo pré-estabelecido. Além disso, todas as salas exigem que os jogadores trabalhem em conjunto na resolução de problemas. Assim, existe um único objetivo a ser alcançado, os participantes entram e saem juntos da sala tendo êxito ou não.

Nesse viés, ao combinar o conhecimento químico e o raciocínio lógico, os jogos de sala de fuga podem ser uma estratégia efetiva para o ensino de química, pois: 1. Oferece uma experiência de um contexto real por meio da simulação; 2. Permite a

flexibilidade ao contexto de aprendizado e 3. O uso do *Escape Room* exige que os alunos mobilizem várias de suas habilidades na resolução de problemas. (CLEOPHAS; CAVALCANTI, 2020).

Segundo esses pressupostos, o *Escape Room* pode ser desenvolvido como uma sequência de ensino investigativa que se inicia por um problema, experimental ou teórico (CARVALHO, 2020).

Nesse estudo abordaremos um problema experimental com a utilização das atividades experimentais. Segundo Silva, Machado e Tunes (2010), um tipo de atividade experimental importante é a demonstrativa investigativa, pois possibilita uma maior participação e interação entre os alunos e também com o professor, a partir da apresentação de um fenômeno natural e melhora o entendimento da relação teoria e experimento.

Portanto, é preciso que os professores continuem cada vez mais a inovar em práticas educativas para despertar e motivar os alunos, principalmente no envolvimento das atividades. Com isso, o *Escape Room* é uma estratégia que diverte a todos (professor e estudantes) e pode melhorar progressivamente o processo de ensino e aprendizagem dos participantes.

Sendo assim, essa proposta, desenvolvida na forma de *Escape Room*, articulada ao ensino de ciências por investigação teve como objetivo fazer com que os estudantes do ensino médio compreendessem conceitos básicos sobre a estrutura atômica.

2. METODOLOGIA

Para uma pesquisa dessa natureza, a metodologia qualitativa é a mais adequada, porque é fundamentada na interpretação dos significados das ações, principalmente dos humanos e suas instituições (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2013).

Nas pesquisas qualitativas, o pesquisador é parte do fenômeno estudado, a coleta de dados tem o objetivo de obter aspectos subjetivos dos participantes como emoções e experiências (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2013). Nesta metodologia, observamos que o pesquisador pode mudar seu planejamento inicial para contemplar o contexto e os participantes da pesquisa.

Nessa proposta, optamos pela pesquisa participante por, nela, tanto pesquisadores como participantes fazerem parte do processo de construção e reconstrução do conhecimento científico.

Ressalta-se que, antes da aplicação da proposta, foi necessário que cada participante ou responsável assinasse o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido-TCLE (apêndice 1) para participação em pesquisa.

2.1 FUGA CIENTÍFICA

O projeto denominado FUGA CIENTÍFICA foi realizado em três etapas. ETAPA 1: Por que o céu é azul? Inicialmente o encontro iniciou-se com um problema. De acordo com Carvalho (2020) o problema é utilizado para iniciar uma sequência investigativa. Assim, o problema deve oportunizar que os estudantes levistem e testem suas hipóteses. Nesse sentido, os alunos foram questionados: Por que o céu é azul? Houve tempo para que os alunos se manifestassem. Nesse diálogo, o professor pode organizar as temáticas apresentadas pelos alunos para a continuação do processo de mediação. Em seguida, com o auxílio de slides foi mediado sobre os conteúdos de estrutura atômica. Depois, utilizando os saberes prévios, fomentado a partir da pergunta inicial e do diálogo com o auxílio de slides, e para valorizar esses saberes dos estudantes foram aproveitados para explicar o porquê do céu ser azul.

Logo após, o docente realizou com os estudantes uma atividade experimental, no caso do projeto, o experimento demonstrativo investigativo: Espectroscópio caseiro. Segundo Silva, Machado e Tunes (2010):

O aspecto positivo da utilização das atividades experimentais demonstrativas investigativas é que, enquanto o professor desenvolve seu plano de ensino, as mesmas podem ser inseridas nas aulas teóricas e “essa estratégia pode minimizar a desarticulação entre as aulas teóricas e aulas de laboratório, realizadas em horários distintos e sem nenhum planejamento comum (p. 246).

Assim, o docente perguntou aos estudantes: É possível construir um espectroscópio caseiro? Em seguida, realizou o experimento de forma remota com os estudantes e pediu para que os mesmos enviassem fotos dos espectros emitidos pelo espectroscópio apontado para a luz solar, chama de uma vela, lâmpada fluorescente ou poste da rua. O roteiro do experimento pode ser conferido no apêndice 2. A ETAPA 1 foi realizada com a utilização da plataforma de videochamadas Google Meet.

ETAPA 2: Realização do *Escape Room* denominado FUGA CIENTÍFICA com os alunos. O *Escape Room* foi desenvolvido segundo a sequência didática adaptada

da proposta de Calixto, Guimarães e Santos (2020), que são elas: Enredo: Narrativa do jogo que inclui título, conteúdos utilizados, local de realização, tempo de duração, quantidade de jogadores e cenário; Regras: Conjunto de mecanismos e elementos que deverão ser seguidos para solucionar os desafios propostos. As regras podem ter diferentes níveis de dificuldades e feedback: Retorno para cada atividade executada pelo estudante. O professor acompanha o desempenho do estudante, auxiliando no processo de ensino e aprendizagem na realização das atividades. A descrição do jogo pode ser conferida no apêndice 3.

ETAPA 3: Avaliação. Para identificar o que os estudantes aprenderam, sobre o tema estrutura atômica a partir da proposta, o professor solicitou que os mesmos respondessem um questionário: Escreva um parágrafo sobre o que você aprendeu e achou da proposta. Essa etapa também foi realizada em uma reunião ao vivo por meio do Google Meet. Além disso, foi pedido para que os estudantes elaborassem o próprio *Escape Room*, fundamentado na temática de estrutura atômica.

Neste viés, o projeto FUGA CIENTÍFICA ocorreu no Centro Educacional Supernova de Taguatinga, Distrito Federal. Participaram desta pesquisa quatro estudantes do Ensino Médio, uma professora de Educação Física e o professor de Ciências Naturais. O nome do local e dos estudantes participantes dessa pesquisa são fictícios.

Para a construção das informações da pesquisa, foram usadas diferentes técnicas: observação sistemática e narrativas, registradas em diário de campo, sobre cada etapa, além das produções dos alunos da ETAPA 3. A análise dos dados foi feita considerando a proposta de análise de conteúdo de Bardin (2009).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados são apresentados e analisados de acordo com as etapas que orientaram o desenvolvimento do projeto FUGA CIENTÍFICA. Assim, logo abaixo, são apresentadas as etapas e os resultados encontrados a partir de suas análises.

ETAPA 1: Essa fase tinha como objetivo mediar o conteúdo teórico planejado sobre estrutura atômica: espectroscopia, modelo atômico de Bohr, dispersão de Rayleigh e fluorescência e realizar o experimento demonstrativo investigativo

Espectroscópio caseiro com os participantes. A ETAPA 1 foi realizada com a utilização da plataforma de videochamadas Google Meet. Nesse sentido, segundo Carvalho (2020), no início de uma sequência de investigação um problema pode ser utilizado. Assim, inicialmente os alunos foram questionados: Por que o céu é azul? Foi dado tempo para que os estudantes se manifestassem. No quadro 1, logo abaixo, podem ser conferidas as hipóteses de três participantes, retiradas do diário de campo do pesquisador sobre a pergunta norteadora inicial.

Quadro 1 – Hipóteses dos participantes sobre a pergunta: Por que o céu é azul?

PARTICIPANTES	HIPÓTESES
LUNA	<i>“Por causa dos gases que compõe a atmosfera?”.</i>
LILÁ	<i>“Eu tenho duas hipóteses aqui na cabeça, mas não sei se estão certas. A primeira seria a questão dos raios refletidos, a questão do calor que fica nos gases e a outra, seria o composto dele, tipo assim, lá em São Paulo, o céu não é azul, o céu é cinza, é um céu poluente, por que tem muita emissão de gases ruins. Então, acho que essa camada cria essa proteção. Ai não sei se impede a entrada de luz ou, a luz quando bate muda de cor”.</i>
EMMA	<i>“Tem a teoria também de que é um reflexo dos mares, rios, lagos e oceanos e tudo mais”.</i>

Fonte: Elaboração própria.

A análise das falas dos estudantes permitiu identificar que eles conseguiram explicar cientificamente e relacionar conteúdos de química nas hipóteses levantadas. Logo após, esses saberes prévios, fomentados pelos participantes foram valorizados para continuar a mediação sobre conteúdos de estrutura atômica. Assim, o docente

questionou os estudantes: Será que os gases que compõem a atmosfera interferem na cor do céu? O que vocês acham?

Luna: “Tem a ver com a água que fica nas nuvens?” Nesse momento, aproveitando a hipótese da estudante Emma e a pergunta da Luna, o professor perguntou aos estudantes: Será que o céu ser azul tem a ver com o arco-íris que surge depois que chove?

Emma: ““Acredito que sim ou que é um reflexo dos mares, rios, lagos e oceanos”.

Nesse momento, o docente perguntou para os estudantes: A luz solar é composta por quais cores?

Luna: “Amarelo”.

Beto” São as cores do arco-íris, não é isso”?

Aproveitando as falas dos participantes, o professor explicou sobre o processo de fusão nuclear que acontece no núcleo do Sol e que ele está emitindo radiação eletromagnética. A radiação eletromagnética ou luz solar, ao passar por um prisma, se dispersa em seus comprimentos de onda componentes. Essa decomposição da luz se chama espectro eletromagnético. Esse conjunto de cores que vai do vermelho ao violeta (cores do arco-íris) é conhecido como espectro contínuo, pois a passagem de uma cor para a outra é praticamente imperceptível. Essas cores compõem o que chamamos de luz visível ou radiação visível, que são compostas por ondas eletromagnéticas. Nesse viés, o docente perguntou para os estudantes: Quais as radiações presentes no espectro eletromagnético que não conseguimos enxergar?

Beto “Radiação infravermelha e raios-x”.

Aproveitando a resposta do aluno Beto, o professor mediou sobre as outras ondas eletromagnéticas não visíveis do espectro eletromagnético, frequência e comprimento de onda.

Em seguida, para responder ao questionamento realizado no início da aula, o professor perguntou para a turma: Qual o gás que tem mais quantidade na atmosfera?

Luna: “Oxigênio”.

Emma: Nitrogênio”.

Logo após, utilizando as respostas dos estudantes, o professor mediou sobre o conteúdo dispersão de Rayleigh para explicar o porquê de o céu ser azul e também sobre o fenômeno do arco-íris e perguntou: Mas, por que o pôr do Sol é vermelho? Nesse momento, foi possível inferir que os estudantes já estavam usando as próprias

palavras para explicar conceitos relacionados à estrutura atômica, a partir da mediação da aula. Essa constatação pode ser observada por meio da resposta do estudante *Beto*: “O pôr do Sol ser vermelho tem a ver com o comprimento de onda ser maior”.

Em seguida, o professor realizou um experimento demonstrativo (Espectroscópio caseiro) de forma remota com os estudantes. Assim, o docente questionou: É possível construir um espectroscópio caseiro? Logo após, pediu para que os estudantes enviassem fotos dos espectros emitidos pelo espectroscópio caseiro apontado para a luz solar, chama de uma vela, lâmpada fluorescente ou poste da rua. Nas figuras 3 e 4 podem ser conferidas as fotos das estudantes Emma e Lilá dos espectros emitidos. Para finalizar a aula, o professor mediu sobre os conteúdos: modelo atômico de Bohr e fluorescência.

Figura 3. Foto da participante Emma do espectro emitido pelo espectroscópio caseiro apontado para uma lâmpada fluorescente



. **Fonte:** Estudante Emma.

Figura 4. Foto da participante Lilá do espectro emitido pelo espectroscópio caseiro apontado para uma lâmpada incandescente



Fonte: Estudante Lilá.

ETAPA 2: Essa etapa teve como objetivo fazer com que os estudantes vivenciassem uma experiência de *Escape Room*. Para Moura (2018), os *Escapes Room* podem ser utilizados para abordagem de qualquer conteúdo dentro ou fora de sala de aula. Nesse viés, a proposta foi realizada por meio da plataforma de videochamadas Google Meet de forma remota e ao vivo.

Seguindo esse caminho, os estudantes foram convocados para resolver uma missão: Atenção cientistas: A cientista Marie Curie precisa de um sal do laboratório para se proteger contra a exposição à radiação. Precisamos que vocês descubram coletivamente qual é o sal e resolvam os enigmas para decifrar os números do código do cadeado da porta do laboratório. Será que vocês conseguem? Com isso, os participantes tiveram 30 minutos para escapar e resolver os mistérios. Além disso, foram utilizados computadores e celulares para apresentar por meio das câmeras elementos para simular um laboratório, tal como as pistas e enigmas. Foi enviado também links no chat da plataforma Google Meet contendo dicas, enigmas e experimentos para os alunos poderem decifrar os três números do código do cadeado para escapar do laboratório e sair.

ENIGMAS PARA DECIFRAR OS 3 NÚMEROS DO CÓDIGO DO CADEADO PARA ESCAPAR DO LABORATÓRIO: 1 enigma: Decifrar o número que será escrito em código Morse. O código estará escrito no vidro de relógio que será mostrado para os alunos e o manual do código Morse será enviado como um link no chat do Google Meet. O número é o 2; 2 enigma: Balancear uma equação química (escrita com marca texto e exposta com luz negra). O número é o 5 e 3 enigma: Espectro da luz visível. O professor enviará uma foto (link no chat do Meet) do espectro visível no qual estará destacada com uma seta a cor violeta. A cor violeta no espectro visível de trás para frente representa o número 7.

PISTAS PARA DECIFRAR O SAL: 1 pista: Vídeo. O professor enviará um vídeo no chat da reunião do Google Meet. Os participantes deverão assistir o vídeo que consiste na realização de um teste de chamas com sais, entre eles o sal que eles deverão descobrir: Iodeto de potássio; 2 pista: Imagem do retículo cristalino do Iodeto de Potássio e 3 pista: Calendário. O professor também enviará outro link no chat da reunião do Google Meet no qual apresentará um calendário com meses e dias destacados e os estudantes deverão relacionar os dias com as letras dos meses para desvendar a palavra banana. A descrição do jogo pode ser conferida no apêndice 2.

Dessa forma, O *Escape Room: FUGA CIENTÍFICA* foi desenvolvido segundo a sequência didática adaptada da proposta de Calixto, Guimarães e Santos (2020), que são elas: Enredo: que inclui narrativa, conteúdos utilizados, local de realização, tempo de duração, quantidade de jogadores e cenário; Regras: Conjunto de elementos que deverão ser adotados para solucionar os mistérios e feedback: Retorno para cada atividade executada pelo estudante. Participaram do jogo quatro estudantes do Ensino Médio. O professor de Ciências Naturais e a professora de Educação Física ficaram auxiliando os jogadores durante a realização do *Escape Room*.

Após a observação sistemática e leitura das falas dos participantes sobre essa fase registradas em diário de campo foi realizado um agrupamento dos significados similares nas categorias (BARDIN, 2009): *COMUNICAÇÃO, COLABORAÇÃO E ENGAJAMENTO*.

COMUNICAÇÃO: A comunicação é algo essencial no jogo de *Escape Room*. Ao trocar ideias, os alunos podem desvendar um desafio e também assimilar os conteúdos curriculares utilizados, no caso desse estudo, sobre a estrutura atômica

(CLEOPHAS; CAVALCANTI, 2020; CALIXTO; GUIMARÃES; SANTOS, 2020; MOURA, 2018). As falas a seguir demonstram esses significados:

Lilá: “No link 1 o fogo fica vermelho. Uma chama é vermelha, a outra roxa e uma é verde. Pelo que eu me lembro, o verde é da oxidação lá que a gente fez na primeira vez que você passava o cano de PVC”.

Beto: “O Verde acho que é sulfato de cobre, por causa da coloração verde que vem do cobre”.

Lilá: “O vermelho vem do estrôncio ou do carbonato”.

Luna “O Cloreto de potássio. Na primeira equação é o cloreto de potássio”.

Lilá: “Quando você abre o link do chat aparece janeiro (2), março (2), abril (2), maio (2), junho (3) e novembro (1). Eu acho que os números podem ser o mês e o dia, mas pode ficar muito grande”.

COLABORAÇÃO: Segundo Cleophas, Cavalcanti (2020) e Moura (2018), o *Escape Room* favorece a interação e colaboração entre os participantes. Para tanto, os jogadores precisam trabalhar em conjunto na resolução dos desafios para alcançar o objetivo e escapar da sala. Nas falas logo abaixo podemos perceber esses significados:

Beto: “Uma das minhas hipóteses é que são apresentados três testes de chamas, que fica vermelho, lilás e verde”.

Lilá: “Oh eu olhei aqui e a cor verde pode ser do cobre ou do bário aí tem o número 29 e 56 na tabela. O violeta pode vir do potássio que é 19 e o vermelho pode vim do cálcio que é o número 20 da tabela periódica. Pode ser assim, né?”.

Beto: “O que seria esse código Morse?”.

Emma: “As duas bolinhas e os três tracinhos da vidraria são o número 2 em código Morse”.

ENGAJAMENTO: Os jogos de sala de fuga podem possibilitar que os alunos mobilizem várias de suas habilidades na resolução de problemas. (CLEOPHAS; CAVALCANTI, 2020). Nessa categoria podemos destacar como habilidades: balanceamento de equação química, pesquisa e raciocínio lógico:

Lilá: Luna, quanto que deu o seu balanceamento?”.

Beto: “Já fizeram o balanceamento dessa equação?”.

Lilá: “Já, falta o número 5”. Descobri que estou fazendo o balanceamento aqui e está faltando um 5 na frente do Cl_2 é como se não estivesse balanceando isso”.

Beto: “Se você pegar o calendário que o professor mandou, cai num anagrama, não lembro qual é o emparelhamento e dá AABANN e se você juntar as letras fica banana. Alguém descobriu alguma coisa sobre banana?”.

Beto: “Pesquisei e é o iodeto de potássio que é usado para evitar os efeitos da radiação”.

Durante a realização do *Escape Room* os estudantes recebiam um retorno para cada atividade executada e desafio solucionado. Os participantes tiveram dez minutos a mais para escapar da sala e eles conseguiram descobrir o nome do sal e os códigos do cadeado. Ao final da medição, foi realizada uma sistematização do conhecimento. Em conjunto com os alunos, o professor explicou novamente quais eram os enigmas e suas respectivas resoluções.

Podemos inferir a partir das análises apresentadas que o *Escape Room: FUGA CIENTÍFICA* mostrou-se uma estratégia de ensino efetiva, pois:

1. Possibilitou interação dos estudantes, estimulando experiências individuais, coletivas e sociais;
2. Aumentou o engajamento dos estudantes na mobilização de habilidades para resolução de problemas;
3. Compreensão de conteúdos curriculares utilizados, no caso desse estudo, sobre a estrutura atômica.

ETAPA 3: Avaliação. No último encontro do projeto: *FUGA CIENTÍFICA*, o professor solicitou que os participantes respondessem um questionário: Escreva um parágrafo sobre o que você aprendeu e achou da proposta. Essa etapa também foi realizada em uma reunião ao vivo por meio do Google Meet. Além disso, foi pedido para que os estudantes elaborassem o próprio *Escape Room*, fundamentado na temática de estrutura atômica. O *Escape Room* foi desenvolvido pelos participantes de forma coletiva e segundo a sequência didática adaptada da proposta de Calixto, Guimarães e Santos (2020), que são elas: Enredo, Regras e feedback. No apêndice 4 pode ser conferido o jogo criado pelos estudantes.

À guisa de introdução, o quadro 2 apresenta excertos, retirados dos textos dos quatro estudantes, que demonstram as respostas dadas por eles.

Quadro 2 – Excertos de textos dos estudantes

ESTUDANTES	EXCERTOS
BETO	<p><i>“A proposta de desenvolver um "Escape room" foi uma alternativa dinâmica e proveitosa por ser bem intrigante e nos desafiar em questão de raciocínio lógico, trabalho em grupo e a pesquisa rápida. Os conteúdos apresentados de teoria atômica, estrutura do átomo, a questões acerca do espectro eletromagnético da luz e a fluorescência são passados de forma tranquila e divertida para nós estudantes, permitindo o maior interesse no assunto e absorção daquilo que nos foi ensinado. Consegui entender durante o projeto dúvidas simples que tinha, do porquê exatamente o céu é azul, porque a chama do fogão é diferente da chama do fósforo, e como funcionam os materiais que brilham no escuro”.</i></p>
EMMA	<p><i>“Achei a proposta bem interessante porque com o escape room a gente aprende de um jeito mais divertido e também estimula o nosso cérebro. Eu aprendi a fazer um espectroscópio e porque o céu é azul”.</i></p>
LILÁ	<p><i>“Achei bem legal a forma com que estamos trabalhando os conteúdos, nem sempre a forma padrão é a que mais ensina, porém, o diferente chama mais a atenção dos alunos. Os conteúdos são fantásticos e cada um ensina algo diferente, e através de experimentos podemos aprender mais e mais...”</i></p>
LUNA	<p><i>“Bom o projeto foi uma ótima oportunidade para desenvolver mais nossa criatividade, nosso raciocínio lógico, nosso trabalho em equipe. Eu amei o projeto de uma forma geral, as propostas muito bem elaboradas, o projeto de uma forma geral foi bem elaborado”.</i></p>

Fonte: Elaboração própria.

A análise dos textos permitiu identificar que o *Escape Room: FUGA CIENTÍFICA* pode ser incorporado nas práticas pedagógicas por várias razões e podemos destacar, algumas relatadas pelos alunos: trabalho em equipe, pesquisa rápida, raciocínio lógico e criatividade (CLEOPHAS; CAVALCANTI, 2020; MOURA, 2018).

Outra análise que podemos destacar é que os jogos educativos, principalmente, no caso dessa pesquisa, o *Escape Room* torna as aulas mais dinâmicas, promove colaboração, possibilita que os estudantes aprendam de diferentes formas, aumenta o engajamento deles no desenvolvimento das atividades propostas e no entendimento das regras e noções de forma mais fácil.

Podemos inferir também por meio dos excertos dos participantes, que o *Escape Room* é uma atividade motivadora, no qual os jogadores resolvem os desafios por tentativa e erros, levantam e testam hipóteses.

Além disso, a proposta, articulada ao ensino de ciências por investigação e conduzida por meio da aprendizagem baseada em jogos valorizou os conhecimentos prévios dos estudantes e possibilitou a discussão das hipóteses levantadas com os outros participantes e professor (CARVALHO, 2020).

Portanto, torna possível a criação de ambientes de ensino para o entendimento dos conteúdos de forma divertida e a passagem do conhecimento dos estudantes do espontâneo para o científico (CARVALHO, 2020). Assim, o objetivo desse estudo que era fazer com que os estudantes compreendessem conceitos básicos sobre a estrutura atômica foi alcançado.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino de ciências por investigação pode ser conduzido por meio da aprendizagem baseada em jogos. Dessa forma, o projeto de *Escape Room FUGA CIENTÍFICA* foi fundamentado nessa estratégia didático-metodológica e as atividades foram conduzidas de maneira a explorar os saberes prévios dos alunos, confrontar esses saberes, na mobilização de habilidades como, socialização e cooperação para poder melhorar o desempenho dos estudantes na compressão de conteúdos sobre estrutura atômica.

Sendo assim, a proposta desenvolvida por combinar diferentes atividades e por ter valorizado as concepções precedentes dos estudantes, mostrou-se uma ferramenta de ensino efetiva para o ensino de química. Dessa forma, pode ser utilizada em aplicações futuras.

Nesse viés, essa estratégia pode ser aplicada de forma presencial para poder promover maior adesão de alunos. Além disso, em uma possível publicação futura pode ser apresentada de forma quantitativa o conjunto de conhecimentos a respeito da estrutura atômica que foi alcançado pelos estudantes na pesquisa empregada e, também, o *Escape Room* criado pelos participantes desse estudo pode ser aplicado e posteriormente avaliado.

Portanto, desenvolver o projeto FUGA CIENTÍFICA, articulado ao ensino de ciências por investigação torna a aprendizagem dos discentes mais divertida e permite que os estudantes se sintam motivados e interessados em participar do processo de construção do seu conhecimento científico.

REFERÊNCIAS

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2009.

BEZERRA, M. da; SANTOS, L. dos. Oficina de Luminiscência: Promoção do Saber Científico baseados em Atividades Experimentais. In: **Anais do XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química**, Florianópolis, p. 1-10, 2016. Disponível em: <<http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0834-1.pdf>>. Acesso em: 16 de novembro de 2020.

CALIXTO, J. M. T; GUIMARÃES, M. M. G; SANTOS, R. T. dos. **Aprendizagem baseada em jogos.- Game based learning**. Em ALCANTARA, E. F. S. (org). Inovação e renovação acadêmica: guia prático de utilização de metodologias ativas. p. 52- 55, Rio de Janeiro: FERP, 2020. Disponível em: <<https://mail.google.com/mail/u/2/?ogbl#inbox?projector=1>>. Acesso em: 11 de outubro de 2021.

CARVALHO, A. M. P. de. **O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas**. Em CARVALHO, A. M. P. de. (org). Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. p. 1-20, São Paulo: Cengage Learning, 2020.

CLEOPHAS, M. da. G; CAVALCANTI, E. L. D. Escape Room no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, n.1, p. 45-55, 2020. Disponível em: <08-RSA-38-19.pdf (sbq.org.br)>. Acesso em: 29 de maio de 2021.

MOURA, A. Escape Room Educativo: os alunos como produtores criativos. In: **Atas do III Encontro de Boas Práticas Educativas**, p. 117- 123, 2018. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/332797685_Escape_Room_Educativo_os_alunos_como_produtores_criativos>. Acesso em: 12 de outubro de 2021.

NERY, A. L. P; FERNANDEZ, C. Fluorescência e Estrutura Atômica: Experimentos Simples para Abordar o Tema. **Química Nova na Escola**. n. 19, p. 39- 42, 2004. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc19/19-a12.pdf>>. Acesso em: 15 de novembro de 2020.

NICHOLSON, S. **Peeking Behind the Locked Door: A Survey of Escape Room Facilities**, 2015. Disponível em: <<https://scottnicholson.com/pubs/erfacwhite.pdf>>. Acesso em: 12 de outubro de 2021.

SAMPIERI, R. H; COLLADO, C. F; LUCIO, M. P. B. **Definições dos enfoques quantitativos e qualitativos, suas semelhanças e diferenças. Em Metodologia de Pesquisa**. p. 30-48. Porto Alegre: Penso, 2013.

SASSERON, L. H. **Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor**. Em CARVALHO, A. M. P. de. (org). Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. p. 41-61, São Paulo: Cengage Learning, 2020.

SILVA, G. S. **A abordagem do modelo atômico de Bohr através de atividades experimentais e de modelagem**. 2013. 216 f.. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria – RS, 2013. Disponível em: <<http://w3.ufsm.br/ppgecq/Docs/Dissertacoes/GIOVANNA.pdf>>. Acesso em: 16 de novembro de 2020.

SILVA, R. R. da. MACHADO, P. F. L., TUNES, E. **Experimentar Sem Medo de Errar**. Em SANTOS, W. L. P. dos., MALDANER, O. A. (orgs). Ensino de Química em Foco. p. 231-261, Ijuí: Editora Unijuí, 2010.

APÊNDICE 1: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO-TCLE

Pesquisador:

Bruno César Alves da Costa

Orientadora: Juliana Alves de Araújo Bottechia

Local de realização da pesquisa:

Centro Educacional 07 de Taguatinga

CONVITE E CONSENTIMENTO

Você está sendo convidado a participar da pesquisa: **FUGA CIENTÍFICA: UMA PROPOSTA DE ENSINO SOBRE ESTRUTURA ATÔMICA** de responsabilidade de Bruno César Alves da Costa, estudante da Especialização em Ensino de Ciências para os anos finais do Ensino Fundamental (C10) da Universidade de Brasília. O objetivo desta pesquisa é fazer com que os estudantes do ensino médio compreendam conceitos básicos sobre a estrutura atômica.

Assim, gostaria de consultá-lo sobre seu interesse e disponibilidade de cooperar com a pesquisa. Você receberá todos os esclarecimentos necessários antes, durante e após a finalização da pesquisa, e lhe asseguro que o seu nome não será divulgado, sendo mantido o mais rigoroso sigilo mediante a omissão total de informações que permitam identificá-lo. Os dados provenientes de sua participação na pesquisa, tais como questionários, entrevistas, fitas de gravação ou filmagem, ficarão sob a guarda do pesquisador responsável pela pesquisa. A coleta de dados será realizada por meio de gravações das aulas virtuais no Google Meet. É para estes procedimentos que você está sendo convidado a participar. Sua participação na pesquisa não implica em nenhum risco. Espera-se com esta pesquisa poder contribuir para o ensino de Ciências. Sua participação é voluntária e livre de qualquer remuneração ou benefício. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper sua participação a qualquer momento. A recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de benefícios.

Se você tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, você pode me contatar através do telefone 61 995718277 ou pelo e-mail brunokaisar@yahoo.com.br. A equipe de pesquisa garante que os resultados do estudo serão devolvidos aos

participantes caso haja interesse, podendo ser publicados posteriormente na comunidade científica.

EMAIL:

NOME DO ESTUDANTE E DATA DE NASCIMENTO:

NOME DO RESPONSÁVEL:

AUTORIZO A PARTICIPAÇÃO DO ESTUDANTE NA PESQUISA

SIM

NÃO

APÊNDICE 2: ROTEIRO DO EXPERIMENTO: ESPECTROSCÓPIO CASEIRO

MATERIAIS

- 1 Caixa de papelão (pode ser de perfume ou pasta de dente).
- 1 CD.
- 1 tesoura.
- Fita isolante.

PROCEDIMENTO

1. Inicialmente pegue o CD e retire a película adesiva que está colada em dos lados de sua superfície (conforme a figura 1). Para realizar essa etapa, pegue um pedaço de fita isolante e coloque sobre a película e puxe-a. Em caso de dificuldade, faça um pequeno risco com a tesoura na película e em seguida coloque a fita isolante por cima.
2. Depois, faça uma pequena abertura em um dos lados da caixa de papelão (conforme a figura 2). Logo após, recorte um quadrado maior, no outro lado da caixa de papelão (figura 3).
3. Corte um pedaço de CD (do tamanho do quadrado maior realizado na caixa) que foi retirada a película adesiva. Em seguida, cole o CD com a fita isolante sobre o quadrado maior da caixa de papelão.
4. Direcione a abertura menor do espectroscópio para a luz solar, lâmpada fluorescente, incandescente ou até para uma chama de uma vela. Atenção: Não aponte diretamente o espectroscópio caseiro para o Sol.



FIGURA 1



FIGURA 2



FIGURA 3

APÊNDICE 3- DESCRIÇÃO DO ESCAPE ROOM: FUGA CIENTÍFICA

ETAPAS	DETALHAMENTO
TÍTULO	Fuga Científica: Uma proposta de ensino sobre estrutura atômica
CONTEÚDOS UTILIZADOS	Modelo Atômico de Bohr, fluorescência, espectroscopia e balanceamento de equações químicas.
NARRATIVA	Atenção cientistas vocês foram convocados para resolver uma missão: A cientista Marie Curie precisa de um sal do laboratório para se proteger contra a exposição à radiação. Precisamos que vocês descubram coletivamente qual é o sal e resolvam os enigmas para decifrar os números do código do cadeado da porta do laboratório. Será que vocês conseguem?
REGRAS	Os participantes deverão decifrar coletivamente os enigmas para escapar do laboratório. Além disso, os mesmos podem pedir para o professor realizar ações com os elementos do cenário apresentado.
LOCAL DE REALIZAÇÃO	O Escape Room será realizado através da plataforma de videochamadas Google Meet. O professor enviará o link da reunião para os estudantes.
TEMPO DE DURAÇÃO	30 minutos.
QUANTIDADE DE JOGADORES	O jogo foi realizado com 4 jogadores, porém pode ser aplicado com mais estudantes. Se tiver a participação de 20 ou mais alunos, podem ser feitos grupos com pelo menos 10 participantes.
CENÁRIO	O professor utilizará dois computadores e um celular para apresentar através das câmeras elementos para simular um laboratório, tal como as pistas e enigmas.

ENIGMAS E PISTAS

ENIGMAS PARA DECIFRAR OS 3 NÚMEROS DO CÓDIGO DO CADEADO PARA ESCAPAR DO LABORATÓRIO: *1 enigma:* Decifrar o número que será escrito em código Morse. O código estará escrito no vidro de relógio que será mostrado para os alunos e o manual do código Morse será enviado como um link no chat do Google Meet. O número é o 2; *2 enigma:* Balancear uma equação química (escrita com marca texto e exposta com luz negra). O número é o 5 e *3 enigma:* Espectro da luz visível. O professor enviará uma foto (link no chat do Meet) do espectro visível no qual estará destacada com uma seta a cor violeta. A cor violeta no espectro visível de trás para frente representa o número 7. **PISTAS PARA DECIFRAR O SAL:** *1 pista:* Vídeo. O professor enviará um vídeo no chat da reunião do Google Meet. Os participantes deverão assistir o vídeo que consiste na realização de um teste de chama com sais, entre eles o sal que eles deverão descobrir: Iodeto de potássio; *2 pista:* Imagem do retículo cristalino do Iodeto de Potássio e *3 pista:* Calendário. O professor também enviará outro link no chat da reunião do Google Meet no qual apresentará um calendário com meses e dias destacados e os estudantes deverão relacionar os dias com as letras dos meses para desvendar a palavra banana.

APÊNDICE 4- ESCAPE ROOM CRIADO PELOS ESTUDANTES

TÍTULO: O sétimo sentido do experimento.

CONTEÚDOS UTILIZADOS: tabela periódica, Modelo Atômico de Bohr, fluorescência, espectroscopia e balanceamento de equações químicas.

NARRATIVA: Olá alunos, eu diretora Ana Cristina venho convocar vocês para me ajudar em uma nova empreitada, o professor Klaus e a professora Aurora foram sequestrados, e o Fernando reuniu os melhores alunos, sabemos que vocês são excelentes investigadores e com certeza acharam pistas de onde estão os professores. Boa sorte! O Centro Educacional Supernova é de vocês.

REGRAS:

- 1) não pode ultrapassar o tempo.
- 2) nenhum organizador pode dar dica óbvia e expressar reações, tem que deixar os participantes descobrirem sozinhos.
- 3) não exceder o número de participantes.
- 4) permitir que os participantes peçam para aproximar os elementos da tela, e os que não forem vídeos serão feitos ao vivo.

LOCAL DE REALIZAÇÃO: A princípio formulário e meet, (um formulário será disponibilizado e estará em um meet ao vivo com os organizadores).

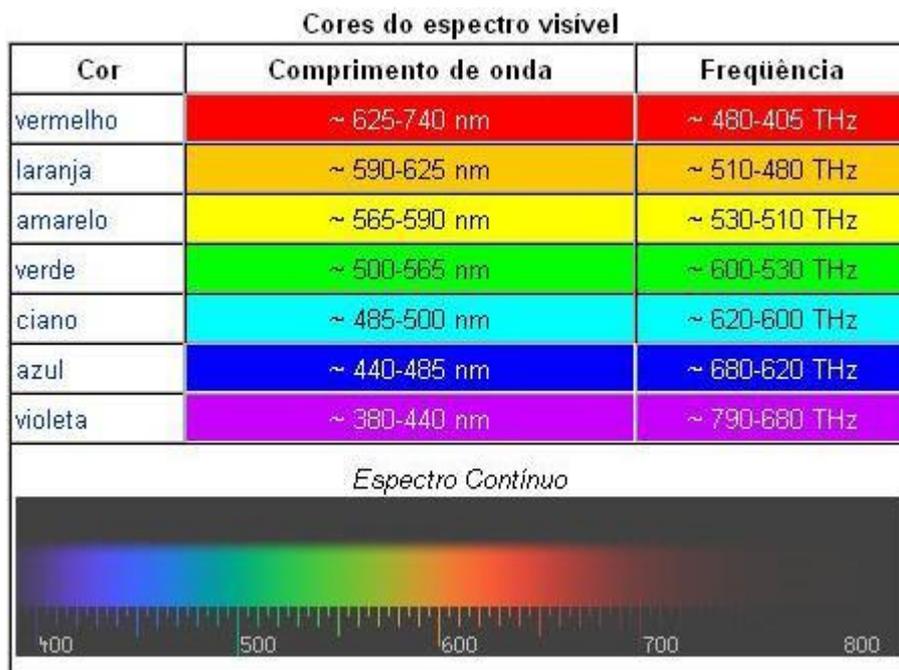
TEMPO DE DURAÇÃO: 1 hora e 20 minutos.

QUANTIDADE DE JOGADORES: 4 jogadores.

CENÁRIO: Centro Educacional Supernova, 4 câmeras (celulares) e 1 computador.

ENIGMA E PISTAS:

Ao entrar na escola, eles encontram a coordenadora desesperada com uma carta na mão, na carta continha o nome dos sequestrados e o número da sala onde iríamos encontrar, a D5 (Um plano bem bolado, não). A sala estará toda bagunçada, o notebook aberto com a imagem abaixo, que seria a última aula do Klaus, na porta do armário terá um post- it com uma sequência de números e letras (K57CI0), e a dica olhe tudo com 2ª perspectivas.



Que os levariam para a área verde...

- 1) Na área verde encontrariam 3 lâmpadas com chamadas diferentes e um papel onde diziam, não se esqueçam do passado. (A violeta, a vermelha e a verde).
OBS: disponibilizar a tabela periódica e uma tabela de cores, depois de 10 min.
- 2) O que leva a sala de vídeo, onde mostra um vídeo deles pedindo socorro, com a dica olhem tudo dentro da sala, em uma caixa vai estar disponível fita e caneta permanente azul, entre outros materiais de armarinho, para dificultar. Ao fazer uma luz negra caseira, os alunos acharam pegadas, formadas através da reação entre o sabão em pó, que está no tapete higiênico da entrada do colégio (essa pegada tem o número 38 muito grande) essas os guiam para o estacionamento.
Dica: se atentem aos detalhes.

- 3) Ao entrar no estacionamento eles se deparam com um quadro contendo várias chaves de carros, eles têm que descobrir qual é a certa. Eles irão escutar os gemidos do Klaus e Aurora.

- 4) Ao chegar no carro irão ver uma bomba em cima do teto, e atrás da chave estará uma frase que indica qual botão apertar, afinal se apertar o errado eles morrem.
Cada botão será um modelo atômico.

- 7) liberação dos professores...